

Untersuchungen über die röntgenologischen
Darstellungsmöglichkeiten des Antrum
mastoideum aufgrund von Übersichtsaufnahmen
und durch das Röntgenschnittverfahren

von

WALTER BURGKART

Aus dem Institut und Poliklinik für Physikalische
Therapie und Röntgenologie der Universität München

Direktor: Professor Dr.H.v.B r a u n b e h r e n s

Untersuchungen über die röntgenologischen Darstellungs-
möglichkeiten des Antrum mastoideum aufgrund von Über-
sichtsaufnahmen und durch das Röntgenschnittverfahren.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin verfaßt und einer Hohen Medizinischen
Fakultät der Ludwigs-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt



von

Walter B u r g k a r t
aus Eichendorf (Ndb)

1 9 5 8

Mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität München

Referent: Priv.Doz.Dr.F.E.S t i e v e

Korreferent: Prof. Dr. v. Braunbehrens

Dekan: Prof. Dr. K. Kollé

Tag der mündlichen Prüfung: 16.12.58

Inhaltsübersicht

I. Einleitung.	5
II. Die Entwicklung des Mittelohrraumes, speziell des Antrum mastoideum.	6
1. Die fötale Entwicklung des Mittelohrraumes	6
a) Anlegungsperiode.	7
b) Abtrennungsperiode.	7
c) Umformungsperiode	8
2. Das Antrum mastoideum beim Neugeborenen.	12
a) Knöcherner Antrumhöhle	13
b) Antrumlumen.	15
3. Die postfötale Entwicklung des Antrum mastoi- deum.	17
a) 1. Periode	17
b) 2. Periode	18
c) 3. Periode	19
III. Die Anatomie des Antrum mastoideum beim Erwach- senen.	21
1. Die Lage des Antrum innerhalb des Schläfen- beins.	21
2. Die räumliche Ausdehnung des Antrum mastoi- deum.	22
3. Die topographischen Verhältnisse des Antrum mastoideum.	24
4. Die Varianten des Antrum mastoideum.	26
a) Ursachen für die Schwankungsbreiten im Bereich des Physiologischen.	26
b) Veränderung in der Schwankungsbreite durch gestörte Pneumatisation.	27

c) Veränderungen am Antrum durch weitere pathologische Vorgänge.	28
IV. Röntgenanatomie des Antrum mastoideum.	30
1. Darstellung des Antrum in den Standardauf- nahmen.	30
2. Darstellung des Antrum in weiteren speziellen Einstellungen.	31
V. Die Schichtuntersuchung des Antrum mastoideum . .	35
1. Allgemeines.	35
2. Material.	37
3. Technik.	37
4. Aufnahmerichtungen	38
5. Ergebnisse	40
A. Grössenvarianten.	41
a) Querschnitt.	41
b) Durchmesser.	48
B. Pneumatisation und Antrumgrösse	55
C. Form und Lagebeziehung des Antrum zu den Nachbarorganen.	55
D. Beispiel eines Antrum in einem sklerosier- ten Felsenbein.	63
E. Beispiel eines Antrum beim Neugeborenen . .	63
F. Optimale Projektion	66
VI. Zusammenfassung.	68
VII. Schrifttum.	72

I. Einleitung

Verschiedene pathologische Vorgänge verändern die Grösse und Form des Antrum mastoideum. Daher spielt die röntgenologische Erkennung des Antrum für die Diagnosestellung pathologischer Veränderungen eine grosse Rolle.

Aufgabe dieser Arbeit ist es auf Grund von Untersuchungen an normalen Felsenbeinen Lage, Grösse und optimale Darstellungsverhältnisse des Antrum mastoideum zu bestimmen. Hierbei sollte vor allem die Schichtdarstellung herangezogen werden, da das besonders unübersichtliche Gebiet des Mittelohrs, das durch zahlreiche Störelemente in seiner Darstellung sich der Sicht entzieht, mit dieser Methode eine optimale Erfassung der Verhältnisse erbringt.

II. Die Entwicklung des Mittelohrraumes, speziell des Antrums.

Das Antrum mastoideum, die Paukenhöhle und die Tube entstammen entwicklungsgeschichtlich einer gemeinsamen Anlage und sind hinsichtlich ihrer Entwicklung in der Fötalzeit eng miteinander verbunden. Während nun zum Zeitpunkt der Geburt die Paukenhöhle nahezu die endgültige Ausbildung erreicht hat, erfährt das Antrum mastoideum durch den erst postembryonal erfolgenden Pneumatisationsprozess in diesem Zeitraum bezüglich seiner Lage und seines Aufbaus noch wesentliche Veränderungen.

Es erscheint daher zweckmässig die Entwicklung des Antrums in einen fötalen und postfötalen Abschnitt einzuteilen, wobei ausserdem noch der Zustand des Antrums beim Neugeborenen in diesem Zusammenhang von Interesse ist.

Im folgenden wird nun die fötale Entwicklung des Antrums gemeinsam mit der der Paukenhöhle und Tube besprochen. Die übrigen teils in der Paukenhöhle, teils benachbart davon liegenden Gebilde, wie beispielsweise die Gehörknöchelchen, das Trommelfell und der äussere Gehörgang haben einen anderen entwicklungsgeschichtlichen Ursprung und können daher im Rahmen dieser Arbeit keine Berücksichtigung finden. Vom Zeitpunkt der Geburt ab richtet sich unser Augenmerk ausschliesslich auf die Weiterentwicklung des Antrums.

1. Die fötale Entwicklung des Mittelohrraumes.

Zur Entwicklung des Mittelohrs mit seinen Räumen wurde von H a m m a r (18) eine allgemein anerkannte Einteilung in drei Perioden getroffen, wobei die ersten beiden Perioden verhältnismässig kurz sind, während die dritte als Differenzierungsperiode über zwei Drittel der embryonalen Entwicklungszeit be-

anspricht.

- a) In der Anlegungsperiode - etwa in dem Zeitraum von der 3. - 7. Embryonalwoche - werden die Mittellochrräume aus der 1. Schlundtasche und deren lateralen Partie angelegt.

Nach S i e b e n m a n n (48) entspricht die erste Anlage im 1. Embryonalmonat, soweit aus der Lage der Carotis interna zu schliessen ist, etwa dem mittleren Drittel der späteren Paukenhöhle.

Durch zunehmende seitliche Ausdehnung dieser Schlundtasche kommt es am Anfang der 6. Woche zu einer Berührung des entodermalen Epithels der Tasche mit dem ektodermalen der 1. Kiemenfurche. Dieses dünne Wandstück wird als Verschlussmembran oder Verschlussplatte bezeichnet und entspricht nur in seinem vorderen Abschnitt dem späteren Trommelfell (S i e b e n m a n n 48).

Mitte der 6. Embryonalwoche tritt eine Dickenzunahme der den Schlund umgebenden Weichteilschicht auf. Dabei kommt es einerseits zu einer Längenzunahme dieser "tubotympanalen" Tasche mit beginnender Interposition der Tube, andererseits wird durch das Einschieben einer dicken Mesenchymschicht zwischen Entoderm und Ektoderm der Verschlussmembran die "tubotympanale" Tasche von der Körperoberfläche wieder abgedrängt. Beide Taschen erscheinen in diesem Stadium als flügelartige seitliche Anhängsel des Rachens (S i e b e n m a n n 48). Diese Vorgänge stellen bereits einen Übergang zur 2. Periode dar.

- b) In der Abtrennungsperiode, welche sich bis zu Anfang des 3. Embryonalmonats erstreckt - also innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes - tritt durch

eine oralwärts fortschreitende Einschnürung eine Abtrennung der Anlage des Mittelohrraumes und der Tube ein, so dass zum Schlund nur noch eine kleine Öffnung besteht (H a m m a r 18).

- c) In der nun folgenden Umformungsperiode, die bis über die Geburt hinaus andauert, vergrössert sich der ursprünglich kleine einfache Mittelohrraum mehr oder weniger und nimmt seine komplizierte definitive Form an (H a m m a r 18). Im Laufe des 3. Embryonalmonats tritt unter der Schleimhaut des tympanalen Raumes das sogenannte peritympanale Gallertgewebe auf, welches seiner Lage entsprechend als tympanales oder epitympanales Gallertgewebe bezeichnet wird (K e i b e l 25). W i t t m a a c k (58) nennt dieses Gewebe embryonales Füllgewebe und beschreibt es als ein zartes, lockeres, netzartiges, gefässreiches, myxomatöses Bindegewebe. Dieses Gallertgewebe entwickelt sich nach K e i b e l (25) parallel mit der Ausdehnung der knorpeligen bzw. knöchernen Paukenhöhle und erreicht bis zum 7. Embryonalmonat seine grösste Fülle. Das anfänglich bestehende Lumen wird durch das Wachstum des peritympanalen Gallertgewebes bis etwa zum 5. Embryonalmonat nahezu völlig verdrängt (H a m m a r 18). Gegen Mitte des 3. Embryonalmonats verbreitert sich die Paukenhöhle in ihrem hinteren Anteil. Das Trommelfell enthält nun wieder wenig Mesoderm. Die Tube hat zu diesem Zeitpunkt noch kaum die Länge der Paukenhöhle erreicht (S i e b e n m a n n 48).

Anfang des 4. Monats beginnt der Annulus tympanicus als dünne bindegewebige Umgrenzung des Trommelfells sich zu differenzieren. Die Binnenmuskeln des Mittelohrs sind schon deutlich zu unterscheiden. Die Tube zeigt jetzt hohes Zylinderepithel,

während das Epithel der Paukenhöhle bereits flach und am niedrigsten in deren hinteren Abschnitt ist (S i e b e n m a n n 48). Nun beginnt auch die Entwicklung des Tubenknorpels (K r a u s e 30), während es bei den Gehörknöchelchen bereits zur Ossifikation kommt, die dann im 9. Monat beendet ist (S i e b e n m a n n 48).

Bereits im 5. Embryonalmonat finden S c h w a r t z e und E y s e l l (47) ein knorpelig präformiertes Antrum vor. Auch W i t t m a a c k (58) beschreibt beim fünfmonatigen Embryo den Aditus und das Antrum als präformierte, von knorpeligen bzw. knöchernen Wandungen eingeschlossene Hohlräume. Die Gehörknöchelchen sind dabei schon im Recessus epitympanicus anzutreffen, doch hat dieser und auch das Antrum noch kein freies Lumen. Gegen Ende des 5. Embryonalmonats sind nach S i e b e n m a n n (48) die Wände der Paukenhöhle ausser der Eminentia styloidea der Bogengangskapsel, dem Rand des ovalen Fensters und einem Teil des Tegmen tympani, bereits knöchern. Das Trommelfell ist zu diesem Zeitpunkt schon auf seine endgültige Dicke reduziert.

Nach den Untersuchungen von W i t t m a a c k (58) beginnt die Pneumatisation der Paukenhöhle im 5. - 6. Embryonalmonat. Dabei findet sich zunächst lediglich hinter der Tubenmündung ein kleines Lumen, während der übrige Teil der zu dieser Zeit vorhandenen Paukenhöhle einen Spalt bildet. Dieser Epithelspalt schiebt sich zuerst bis hinter das Trommelfell vor und teilt sich hier, indem ein rechtwinklig nach oben gehender Spalt entlang des Hammergriffes vorstösst und ein nach abwärts gerichteter sich dem Paukenboden nähert.

Mit dem 7. Embryonalmonat setzt dann der Rückbildungsprozess des embryonalen Füllgewebes ein (A s c h o f f 3, S i e b e n m a n n 48, H a m m a r 18, W i t t m a a c k 58). Nach H a m m a r (18) kommt es zu einer Erweichung des peritympanalen Gallertgewebes und zur Bildung von submucösen Höhlen, die mit Flüssigkeit ausgefüllt sind. Durch Resorption dieser Flüssigkeit tritt einmal ein Schwund des Füllgewebes und zum anderen unter Zurückweichen der Paukenhöhlenschleimhaut eine Vergrößerung der Trommelhöhle ein. Dieser Vorgang erfolgt nicht allmählich, sondern sprunghaft (H a m m a r 18). Die Epithelauskleidung der Mittelohrräume ändert sich im Laufe der Entwicklung. Solange nur ein Spalt besteht, findet man ein relativ hohes, stellenweise geschichtetes Plattenepithel, welches in der Umgebung der Tube Flimmerhaare trägt. Bei Zunahme des Paukenlumens verwandelt sich dieses hohe Epithel bald - mit Ausnahme kleinerer Bezirke am Paukenboden und der Umgebung des Tubenostiums - in ein einschichtiges, anfänglich kubisches, später flaches endothelartiges Epithel (W i t t m a a c k 58).

Das Trommelfell hat im 7. Monat annähernd seine endgültigen Ausmasse erreicht. Seine Neigung ist nach K r a u s e (30) von vorneherein definitiv.

Im 7. - 8. Monat findet W i t t m a a c k (58) hinter der lateralen Wand der Tube und hinter dem Trommelfell ein kleines klaffendes Paukenlumen. Der in diesem Bereich senkrecht nach oben gerichtete Epithelspalt beginnt bereits in die im peritympanalen Gewebe liegenden Gehörknöchelchen einzudringen. Im weiteren Verlauf teilt sich dabei dieser Spalt in mehrere Fächer, indem diese

in den Zwischenräumen der Gehörknöchelchen mit ihren Bandverbindungen gegen das embryonale Gewebe vordringen. Die laterale Wand der Paukenhöhle zeigt jetzt schon einen niedrigen und straffen Schleimhautüberzug, während der Paukenboden noch hohe Polster aufweist. Recessus epitympanicus und Antrum haben noch kein Lumen und sind noch völlig mit embryonalen Myxomgewebe erfüllt.

Beim achtmonatigen Föten erstreckt sich das Paukenlumen vom Promontorium bis an die Tube und vom Vorhoffenster aus nach vorne. Es ist gefüllt mit seröser Flüssigkeit (A l e x a n d e r 2). Um diese Zeit finden S c h w a r t z e und E y s e l l (47) schon ein recht geräumiges knöchernes Antrum mit einer Länge von 8 mm, einer Höhe von 7 mm und einer Tiefe von 5 mm vor. Es hat die Form eines dreikantigen, gleichseitigen und auf eine Kante gestellten Prismas. Die Cellulae mastoideae sind jetzt schon als flache Einsenkungen in den Knochen angedeutet. Auch K e i b e l (25) findet am Ende des Fötallebens schon pneumatische Zellen, die vom oberen Schuppenraum und in geringerem Umfang vom Felsenraum, sowie dem hinteren unteren Abschnitt der Paukenhöhle ausgehen. Das Lumen des Mittelohrraumes verbreitert sich gegen Ende des Fötallebens in seinem hinteren unteren Anteil. Es dehnt sich auf die hintere Hälfte der Paukenhöhle, in den Aditus und schliesslich auch in das Antrum aus (S i e b e n m a n n 48). Nach W i t t m a a c k (58) beginnt die Lumenbildung des Antrums erst kurz vor der Geburt und erfolgt vom Antrumeingang aus konzentrisch unter Rückbildung des embryonalen Gewebspolsters.

2. Das Antrum mastoideum beim Neugeborenen.

Die Grössenverhältnisse der einzelnen Gebilde im Schläfenbein entsprechen zur Zeit der Geburt verschiedenen Entwicklungsstufen. Während nämlich die knöchernen Mittelohrräume mit den Gehörknöchelchen, sowie das Trommelfell und das Innenohr bereits annähernd ihre endgültige Grösse erreicht haben, zeigen das äussere Ohr und die Tube einen Grad der Entwicklung wie ihn der Gehirnteil des Neugeborenen-schädels aufweist. Der Warzenteil und der knöcherne Teil des äusseren Gehörganges befinden sich dagegen jetzt erst am Anfang ihrer Entwicklung (S i e b e n m a n n 48, H a m m a r 18, A l e x a n d e r 2 u.a.).

Das Lumen der Paukenhöhle zeichnet sich bereits in ihrer späteren Konfiguration ab, ist jedoch noch eingengt durch die Polster des embryonalen Bindegewebes, die sich noch vorwiegend im Recessus epitympanicus und in geringerem Umfang am Paukenboden befinden (W i t t m a a c k 58, A l e x a n d e r 2, H e i d e r i c h 20). Es beginnt vom Recessus epitympanicus aus durch eine halbmondförmige Bucht ins Antrum vorzudringen (W i t t m a a c k 58).

Die Schleimhaut der Pauke baut sich noch deutlich aus einer differenzierbaren, mässig hohen Schicht zarten subepithelialen Bindegewebes auf. Der Epithel-überzug ist flach und einschichtig. Höheres Epithel findet man nur am Übergang zur Tube und am Paukenboden (S i e b e n m a n n 48, W i t t m a a c k 58).

In der Paukenhöhle und im Antrum findet sich eine Flüssigkeit, welche ziemlich identisch ist mit derjenigen, welche man in der Nasen- und Rachenhöhle an-

trifft (S i e b e n m a n n 48, H e i d e r i c h 20). Nach W i t t m a a c k (58) ist dies eine seröse eiweissarme Flüssigkeit, die sich nach der Geburt, wenn sich der Tubenkanal beim Einsetzen der Atmung öffnet, durch diesen entleert.

Beim Antrum des Neugeborenen nun ist inbezug auf die Grössenausdehnung prinzipiell zu unterscheiden zwischen der knöchernen Antrumhöhle und dem Antrumlumen. Die Untersuchungen von W i t t m a a c k (58) haben gezeigt, dass zur Zeit der Geburt die Lumenbildung des Antrum erst am Beginn steht. Das Lumen des Antrum unterscheidet sich also beträchtlich von der schon frühzeitig präformierten knöchernen Höhle.

a) Knöcherne Antrumhöhle.

Die knöcherne Antrumhöhle ist - wie bereits erwähnt - nach Untersuchungen zahlreicher Autoren bezüglich ihrer Grösse beim Neugeborenen nahezu voll ausgebildet (S i e b e n m a n n 48, H a m m a r 18, A l e x a n d e r 2 u.a.).

Das Antrum mastoideum wird von der Pars petrosa und der Pars squamosa des Os temporale eingeschlossen, welche zu dieser Zeit noch bindegewebig verbunden sind und zwar innen durch die Fissura petrosquamosa und aussen durch deren Fortsetzung, durch die Fissura mastoideosquamosa. Zum grössten Teil wird das Antrum vom Felsenteil und nur an der Aussenfläche vom Schuppenteil gebildet (K i e s s e l b a c h 26, K ö r n e r 28). Beide Teile sind in ihrem Grössenverhältnis dem Entwicklungsgrad des Neugeborenen-schädels angepasst und vereinigen sich aussen unter Schliessung der Fissura mastoideosquamosa, welche sich gewöhnlich in den ersten Lebensmonaten vollzieht, zur Bildung des Warzenfortsatzes (K ö r n e r 28).

Die Fissura petrosquamosa verläuft im Dach der Mittellohrräume und scheidet das Tegmen in einen schmalen lateralen und breiten medialen Teil. Die Fissura mastoideosquamosa verläuft aussen von der Incisura parietalis nach hinten abwärts. Auf mittlerer Höhe dieser Fissur gelangt man von aussen durch eine dünne Knochenschicht direkt in das Antrum (K i e s s e l b a c h 26).

Die Form des knöchernen Antrum beim Neugeborenen wird abweichend von der Form des Antrum beim Erwachsenen von S c h w a r t z e und E y s e l l (47) und auch von B e z o l d (6) unter Berücksichtigung des Querschnittes als prismatisch bezeichnet. Die Längsachse des Antrum verläuft nahezu sagittal. Dieselben Autoren finden zu diesem Zeitpunkt auch schon eine beginnende Entwicklung von pneumatischen Zellen in der Wand des Antrum. H e i d e r i c h (20) dagegen spricht lediglich von eben angedeuteten Cellulae squamosae, während W i t t m a a c k (58) beim Neugeborenen überhaupt noch keine Zellen feststellen konnte und noch völlig glatte Antrumwände vorfand.

Was die Grösse des Antrum beim Neugeborenen anbelangt, so wird diese von einer Anzahl von Autoren der Grösse des Antrum beim Erwachsenen nahezu gleichgesetzt. Nach den Untersuchungen von S c h w a r t z e und E y s e l l (47) hat das Antrum als solches noch dieselbe Grösse wie im 8. Embryonalmonat, ist jedoch durch das Auftreten sekundärer kleiner Höhlen in seinen Wänden schon deutlich erweitert. B e z o l d (6) findet sogar das Antrum beim Neugeborenen absolut grösser als beim Erwachsenen. An Abgüssen gemessen findet er eine durchschnittliche Länge von 12 mm, eine Höhe von 11 mm und eine Breite - an der oberen Wand gemessen - von 10 mm.

Das Antrum füllt nach W u l l s t e i n (59) beim Neugeborenen fast den ganzen Raum zwischen beiden Schädelgruben und der Aussenseite aus und ist fast ohne Schwelle nach dem Kuppelraum sehr breit offen.

Nach aussen, zur Schädeloberfläche, liegt es sehr oberflächlich, da der Warzenfortsatz noch fehlt (A l e x a n d e r 2, K ö r n e r 28, K i e s s e l b a c h 26). Die das Antrum nach aussen deckende Schuppenplatte wurde von K i e s s e l b a c h (26) bei vielen Neugeborenen-Schläfenbeinen sehr dünn und durchscheinend gefunden, wobei in zahlreichen Fällen diese Platte mehrere kleine Durchbrechungen aufwies. A l e x a n d e r (2) fand mitunter noch in den ersten Lebensmonaten im Mittelteil der lateralen Wand einen Knorpelrest. Nach S y m i n g t o n (51) beträgt die Dicke dieser äusseren Wand gewöhnlich 1 - 2 mm. Diese Knochenwand bleibt bis Ende des 2. Lebensjahres noch auffallend dünn (A l e x a n d e r 2).

Die Entfernung des Sinus sigmoideus ist verhältnismässig gross (A l e x a n d e r 2), die Knochenwand zwischen Antrum und hinterer Schädelgrube hat nach H a r t m a n n (19) eine durchschnittliche Dicke von 3 - 4 mm. Das Dach des Antrums und der Paukenhöhle ist ziemlich dünn (A l e x a n d e r 2).

b) Antrumlumen.

Die Lumenbildung des Antrums hat zur Zeit der Geburt erst ein geringes Ausmass erreicht. Nach W i t t m a a c k (58) findet sich noch eine grosse Masse myxomatösen Gewebes im Antrum konzentrisch um ein kleines Lumen herum angelegt. Die Begrenzung des

Lumens ist glatt, das Epithel der Schleimhaut zeigt eine gleich flache Beschaffenheit wie dasjenige der Pauke.

3. Die postfötale Entwicklung des Antrum mastoideum.

Das Antrum mastoideum erfährt nach der Geburt im Gegensatz zur Paukenhöhle, die schon nahezu endgültig konfiguriert ist, noch wesentliche Veränderungen bezüglich der Form und der Grösse sowie vor allem hinsichtlich der Lage im Schläfenbein. Die Ursache dieser Veränderungen beruht vorwiegend auf der erst postfötal erfolgenden Entwicklung des Warzenfortsatzes und der gleichzeitig damit einhergehenden Pneumatisation desselben. Zugleich weitet sich durch den Schwund des embryonalen Gewebspolsters das Lumen zur knöchernen Begrenzung des Antrums hin aus.

Diesen Entwicklungsabschnitt hat besonders W i t t m a a c k (58) eingehend untersucht und beschrieben. Auf Grund seiner Untersuchungsergebnisse kam er zu seiner Pneumatisationstheorie, welche zu weiteren Untersuchungen durch andere Autoren Anstoss gab, wobei sich gewisse Widersprüche zu Wittmaacks Theorie ergaben. Im Rahmen dieser vorliegenden Arbeit soll darauf jedoch nicht weiter eingegangen werden.

W i t t m a a c k (58) teilt den Vorgang der Pneumatisation im Schläfenbein in drei Perioden ein, wobei jede Periode durch bestimmte Entwicklungsvorgänge charakterisiert ist.

- a) Die 1. Periode umschliesst den Zeitraum vom 5. - 6. Embryonalmonat bis zum Ende des 1. bzw. Anfang des 2. Lebensjahres. In diesem Zeitraum vollzieht sich die Pneumatisation der Paukenhöhle und des Antrums und schliesst ausserdem noch den Beginn der vom Antrum aus sich entwickelnden pneumatischen Zellen mit ein.

Bald nach der Geburt schwindet ziemlich rasch das embryonale Gewebe im Antrum. Bei einem dreimonatealten Kind werden nur noch in einzelnen Nischen

und Buchten noch höhere Gewebepolster angetroffen (W i t t m a a c k 58, A l e x a n d e r 2). Zugleich mit dem Abbau des embryonalen Gewebepolsters erweitert sich infolge von Arrosionsvorgängen das knöcherne Antrum auf Kosten der umgebenden Knochenpartien. Diese Erweiterung erfolgt nach allen Richtungen, vor allem aber in der Richtung nach dorsal-caudal und nach medial. In der zweiten Hälfte des 1. Lebensjahres beginnt die Zellbildung und zwar zuerst in der Gegend der hinteren Gehörgangswand. Die Antrumwände sind zu diesem Zeitpunkt im allgemeinen noch glatt, das Antrumlumen wird nun unter Schwund des noch geringen subepithelialen Gewebepolsters nahezu völlig frei.

Gegen Ende des 1. Lebensjahres, also am Ende der 1. Periode hat sich die knöcherne Antrumahöhle durch zirkuläre Arrosion beträchtlich erweitert und erscheint durch die allseitig begonnene Zellbildung noch grösser. Die Schleimhaut hat sich durch den völligen Schwund des subepithelialen Gewebepolsters eng an die Knochenwandungen angelegt, sie ist nun endothelartig dünn und trägt ein sehr flaches einschichtiges Epithel. Infolge der in das Antrumlumen vorragenden Zellsepten sind die Antrumwände jetzt nicht mehr glatt.

- b) Die 2. Periode umfasst die Umwandlung des diploetischen Knochens in der Umgebung der Mittellohr Räume vor allem des Antrum zu einem System von pneumatischen Zellen. Dieser Vorgang erstreckt sich bis zum Ende des 3., spätestens 4. Lebensjahres und verläuft gleichzeitig mit dem kontinuierlichen Wachstum des Warzenfortsatzes.

Die ersten pneumatischen Vorgänge vollziehen sich zunächst rein "zentrifugal", d. h. die Zellbildung erfolgt vorwiegend vom Antrum aus durch Umwandlung

des umgebenden Knochens in pneumatische Räume. Bei diesem Vorgang bleiben Knochenspangen und Septen bestehen, welche in das Antrumlumen vorragen. Durch Auswachsen dieser Spangen und Septen und Vereinigung derselben entstehen sekundär weitere Zellen, jetzt aber auf Kosten des Antrumlumens. Auf diese Weise können sich 3 - 4 Zellschichten übereinander bilden. Die Folge dieser "zentripetalen" Zellbildung ist eine Verkleinerung des Antrumlumens. Inzwischen schreitet die Pneumatisation des Warzenfortsatzes ständig fort, gleichzeitig aber wächst sich der Warzenfortsatz durch Knochenappositionsvorgänge weiter aus.

Gegen Ende des 3. bzw. 4. Lebensjahres ist der zu diesem Zeitpunkt vorhandene Warzenfortsatz annähernd vollständig pneumatisiert.

- c) Die 3. Periode, die bis ins späte Alter hinein andauert, weist lediglich noch eine Zellbildung in der Peripherie des sich bis ins 18. - 20. Lebensjahr hinein ausbildenden Warzenfortsatzes (G r o t h 17) auf. Ausserdem findet noch ein Zellumbau durch sogenannte interstitielle Zellbildung statt. Das grobe Gefüge der Zellen bleibt jedoch weiterhin erhalten. Auch haben diese Vorgänge keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Bildung von Grösse und Form des Antrums. Es bleibt damit das Antrum mastoideum nach Abschluss der gröberen Pneumatisation in seiner Grösse und Konfiguration zeitlebens erhalten.

Abbildung 1 zeigt eine von E. G. M e y e r entworfene schematische Darstellung der postfoetalen Entwicklung des Antrum und der pneumatischen Räume:

- 1) Das Antrum zu Beginn des 1. Lebensjahres.
- 2) Das Antrum zu Beginn des 2. Lebensjahres, ausgeweitet hauptsächlich in die Richtung des hinteren Petrosuswinkels.

- 3) Die Verkleinerung des Antrum durch Abschnürung von Zellen in den folgenden Jahren.
- 4) Bild einer Pneumatisationsstörung, wobei es nicht zur Abschnürung der Zellen gekommen ist, sondern nur zur Einengung eines Teiles des Antrum mit einem zipfelförmigen Fortsatz gegen den Petrosuswinkel.
- 5) Die bei Pneumatisation vorkommende Abschnürung von Zellen im hinteren Petrosuswinkel, die erfahrungsgemäss nicht selten bei entzündlichen Erkrankungen zu Komplikationen führt.

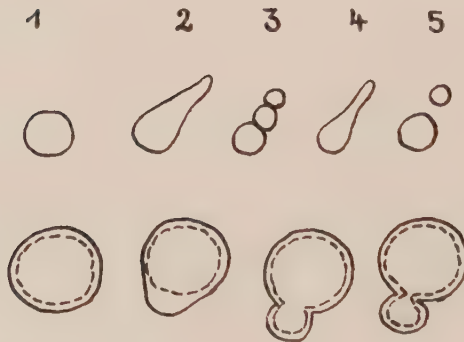


Abb. 1 : Schema von E.G. Mayer.

III. Die Anatomie des Antrum mastoideum beim Erwachsenen.

Das Antrum mastoideum des Erwachsenen zeigt im Vergleich zu dem des Neugeborenen einige wesentliche Unterschiede. Einmal ist die Differenz zwischen knöcherner Höhle und Lumen wegen der nur einige μ dicken endothelartigen Schleimhautschicht praktisch kaum zu berücksichtigen, im Gegensatz zum Neugeborenen, wo im Antrum noch ausgedehnte submucöse Schleimhautpolster vorhanden sind. Zum anderen findet durch die erst postembryonal erfolgende Entwicklung des Warzenfortsatzes und des knöchernen äusseren Gehörganges in Verbindung mit der Pneumatisation des Schläfenbeines bis zum Abschluss der Wachstumsvorgänge eine laufende Veränderung bezüglich der Grösse und Form, vor allem aber hinsichtlich der Lage des Antrum im Schläfenbein statt.

1. Die Lage des Antrum mastoideum im Schläfenbein.

Das Antrum liegt im Schläfenbein dorsal zu den übrigen Mittelohrräumen und lateral des Felsenbeinmassivs nahe der Schädeloberfläche sowie zwischen äusserem Gehörgang und hinterer Schädelgrube eingebettet. Seine Lage verändert sich während des Wachstums ständig. So fällt beispielsweise die Frontalebene - durch die hintere Wand beider Antra gezogen - beim Neugeborenen hinter der Warzenfortsatzwurzel durch, beim 3 - 4-jährigen Kind schneidet dieselbe die Spitze des Warzenfortsatzes, während beim Erwachsenen diese Ebene weit vor dem Warzenfortsatz zu liegen kommt (K i e s s e l b a c h 26). Weiterhin fand K i e s s e l b a c h (26), dass derjenige Teil der Schuppe, welcher beim Neugeborenen die äussere Deckplatte des Antrums bildet, im Laufe der Entwicklung des Warzenfortsatzes nach hinten und abwärts sich auswächst. Er fand dann beim Erwachsenen die Spuren des

von dieser Platte nach vorne begrenzten Teiles der Fissura mastoideosquamosa weit hinten und unten sowie aussen vom Antrum, wobei dieser Schuppenteil einen beträchtlichen Teil des Processus mastoideus überkleidete. Das Antrum ist bei der Projektion auf die Schädeloberfläche so gelegen, dass es hinter und über der Spina supra meatum beginnt und sich bei guter Ausbildung bogenförmig nach hinten abwärts krümmt (C o r n i n g 10). Eine durch beide Spinae supra meatum gelegte Horizontalebene schneidet nach K i e s s e l b a c h (26) immer etwas oberhalb vom Boden des Antrum durch. Die Längsachse des Antrum fällt ziemlich zusammen mit der des Aditus und der Tube (S i e b e n m a n n 48). Sie führt nach B e z o l d (6) zusammen mit der Achse des Aditus im Bogen nach rückwärts, etwas abwärts und medialwärts.

2. Die räumliche Ausdehnung des Antrum mastoideum.

Die Grössenausdehnung des Antrum kann anatomisch durch zwei Untersuchungsmethoden bestimmt werden, nämlich durch Messungen an einem durch Korrosion gewonnenen Ausguss dieser Höhle sowie durch direkte Messungen an Durchschnittpreparaten.

S c h w a r t z e und E y s e l l (47) haben als erste an Sektionspreparaten die Masse des Antrum bestimmt. Dabei fanden sie eine durchschnittliche Länge von 12 mm, eine Höhe von 9 mm, sowie eine Breite von 5 mm. Etwas später hat B e z o l d (6) an 20 Korrosionspreparaten die Masse der Mittelohrräume festgestellt und erhielt dabei für das Antrum nahezu dieselben Durchschnittswerte wie vor ihm S c h w a r t z e und E y s e l l. Die Längenausdehnung variierte bei seinen Untersuchungen von 9 - 15 mm (Mittelwert 12,7 mm), die Breite von 5,0 - 8,5 mm (Mittelwert 6,7 mm) und hinsichtlich der Höhe erhielt er Werte von 6 - 10 mm (Mittelwert 8,5 mm).

Ein auffallender Unterschied zwischen diesen beiden angeführten Untersuchungen ergibt sich lediglich in Bezug auf die Breite, die bei S c h w a r t z e und E y s e l l deutlich kleiner ausfällt und nach Meinung von B e z o l d (6) wohl auf eine von seiner Methode abweichenden Messlage zurückzuführen ist.

In neuerer Zeit haben Mc M i l l a n (33) und W a l t n e r (55) unpneumatisierte Felsenbeine an Serienschnitten untersucht und die noch im Normbereich liegende Ausdehnung des Antrum bei Pneumatisationshemmung bestimmt. Nach Mc M i l l a n (33) beträgt das Durchschnittsmass des Antrum im komplett sklerosierten Warzenfortsatz im queren Durchmesser 6 mm und im vertikalen Durchmesser 10 mm. W a l t n e r (55) fand an 16 sklerosierten Felsenbeinen eine Breitenausdehnung von 7,0 - 11,5 mm im oberen Abschnitt des Antrum und eine nicht über 6 mm hinausgehende Weite im unteren Drittel des Antrum. Die Höhe variierte von 4 - 12 mm, der a-p Durchmesser von 5,0 - 10,0 mm. Als oberste Grenze der normalen Ausdehnung des Antrum im sklerosierten Schläfenbein gibt er in Bezug auf die Höhe den Wert von 11 mm und hinsichtlich der Breite im oberen Abschnitt 8 mm an. Im unteren Drittel hält er eine Breitenausdehnung von 6 mm für die oberste Grenze der Norm.

Die Form des Antrum mastoideum steht in enger Beziehung zu dessen Grössenausdehnung und deshalb auch in gewisser Hinsicht zur Ausbildung der Pneumatisation des Schläfenbeins. B e z o l d (6) fand an seinen Ausgusspräparaten sehr häufig eine Bohnen- bzw. Nierenform, wobei der Hilus nach vorne abwärts zeigte. Nach S c h w a r t z e und E y s e l l (47) geht das beim Neugeborenen noch prismatisch geformte Antrum im Laufe der ersten Lebensjahre in eine Eiform über.

Y a m a g u c h i (60) beobachtet an Ausgusspräparaten bei Japanern im allgemeinen eine Erbsenform.

W a l t n e r (55) beschreibt die Form des Antrum bei sklerotisierten Felsenbeinen als wechselnde zwischen ovoid und zirkulär. Dabei findet er meist eine konische Form vor mit der Verjüngung nach unten.

3. Die topographischen Verhältnisse des Antrum mastoideum.

Das Antrum mastoideum ist nahezu allseitig vom pneumatischen Zellsystem eingeschlossen, lediglich nach vorne hat es eine verhältnismässig weite Öffnung zum Mittelohrraum durch den Aditus ad Antrum. Dies ist ein kurzer Kanal von prismatischer Form (B e z o l d 6, S c h w a r t z e und E y s e l l 47, S i e b e n - m a n n 48) welcher lateral unten durch die Fossa incudis, lateral oben durch die Pars squamosa ossis temporalis und medial durch die Wand der prominentia canalis semicircularis lateralis begrenzt ist. Den cranialen Abschluss bildet das Tegmen tympani. Nach B e z o l d (6) beträgt die Höhe des Aditus - gemessen von der Höhe des kurzen Ambossfortsatzes bis zum Tegmen - im Mittel 5,68 mm. Die Länge des Aditus beträgt nach C o r n i n g (10) im Durchschnitt 3.- 4 mm, nach S c h w a r t z e und E y s e l l (47) etwa 2 mm.

Nach lateral liegt das Antrum am nächsten zur Schädeloberfläche. Diese Wand wird durch jenen Teil der Schuppe gebildet, welcher sich hinter der Pars ossea des Meatus acusticus externus herabsenkt und die Wurzel des Processus mastoideus von aussen bedeckt (C o r n i n g 10).

Nach K i e s s e l b a c h (26) und K ö r n e r (28) ist das Antrum beim Erwachsenen aussen ganz vom Schuppen- teil bedeckt. Die Dicke dieser Knochenwand beträgt nach

Kocher (27) im Mittel 1,5 cm, nach Siegelbauer (49) bis 2 cm.

Die vordere äussere Wand des Antrums stellt zugleich die hintere Gehörgangswand dar (Siebenmann 48). Sie bildet zwischen Gehörgang und Antrum einen spitzen Winkel von ca. 27 Grad und verdickt sich von innen nach aussen keilförmig, wobei gewöhnlich die Dicke dieser Knochenwand einen halben cm nicht übersteigt (Siebenmann 48, Bezdold 6). Das Niveau des Antrumbodens befindet sich in der Regel etwa in halber Höhe der hinteren Gehörgangswand (Siebenmann 48).

Das Dach ist als Tegmen antri eine Fortsetzung der Paries tegmentalis der Paukenhöhle und trennt das Antrum von der mittleren Schädelgrube. Es ist eine nach Schwartz und Eysell (47) bis zu einem halben mm dünne Knochenwand, welche bisweilen durchlöchert erscheint und somit eine gewisse Verbindung zwischen der Schleimhaut des Antrum und der Dura bildet (Alexander 2).

Die mediale Wand scheidet das Antrum von der Facies cerebellaris der Pars petrosa. Hier besteht eine gewisse Beziehung zum Sinus sigmoideus, wobei die Dicke der trennenden Knochenwand von der Grösse des Antrum und dem Sulcuseinschnitt abhängig ist. Ein geräumiges Antrum ist dabei oft nur durch eine dünne Knochen-schicht vom Sulcus getrennt (Alexander 2).

Nach Waltn er (55) variiert die Dicke der trennenden Knochenwand zur hinteren Schädelgrube von 0,75 mm bis 4 bzw. 6 mm. Unmittelbar medial vom vordersten Abschnitt des Antrum liegt der dorsale Anteil des Canalis semicircularis lateralis und caudal davon der Facialiskanal, welcher hier vom horizon-

talen zum vertikalen Verlauf umbiegt. Weiter dorsal trifft man in etwas grösserem Abstand auf den Bogen des Canalis semicircularis posterior.

Die untere Wand des Antrum wird vom Warzenfortsatz mit dessen Cellulae mastoideae gebildet.

4. Die Grössenvarianten des Antrum mastoideum.

Neben der wechselnden Lage und Form des Antrum unterliegt auch dessen Grössenausdehnung - wie oben erwähnt - zum Teil beträchtlichen Schwankungen. Diese Abweichungen sind schon im Rahmen des Physiologischen nicht unerheblich und können bei pathologischen Prozessen noch weit grössere Ausmasse annehmen.

a) Ursachen für die Schwankungsbreiten im Bereich des Physiologischen.

Es ist verständlich, dass die Grösse des Schädels und somit auch des Schläfenbeins einen Einfluss auf die absolute Grösse des Antrum ausübt (A l e x a n - d e r 2). Weiterhin ist ein gewisser Zusammenhang zwischen der Ausdehnung der Paukenhöhle und der des Antrum gegeben. Besteht beispielsweise durch einen Tiefstand des Tegmens eine Verkleinerung des Mittelohrraumes, so ist meist damit eine entsprechende räumliche Einengung des Antrum verbunden (A l e x a n - d e r 2). Ausserdem scheint auch ein gewisser ursächlicher Zusammenhang zwischen Rasse und Ausdehnung der Mastoidhöhle zu bestehen; so findet Y a m a g u - c h i (60) zum Beispiel bei Japanern im Durchschnitt ein bedeutend kleineres Antrum, das etwa die Form und die Grösse einer Erbse aufweist.

b) Die Schwankungsbreite bei gestörter Pneumatisation.

Der Grad der Pneumatisation des Felsenbeines, speziell des Warzenfortsatzes stellt einen wichtigen Faktor bezüglich der Bildung der Antrumgrösse dar. Wie aus der Darstellung der Entwicklung der pneumatischen Zellsysteme ersichtlich ist, beginnt die Pneumatisation vom Antrum aus unter gleichzeitiger zirkulärer Erweiterung desselben in der zweiten Hälfte des 1. Lebensjahres und ist bis spätestens 4. - 5. Lebensjahr im wesentlichen beendet. Tritt nun während dieser Zeit, d. h. vor allem innerhalb der ersten beiden Lebensjahre eine Störung in der Pneumatisation ein, so wirkt sich dies auch auf die Konfiguration und räumliche Ausdehnung der Mastoidhöhle aus, von der ja die Zellbildung hauptsächlich ihren Ausgang nimmt.

Nach W i t t m a a c k (58) findet man bei totaler Pneumatisationshemmung, d. h. bei einer Störung schon im frühesten Säuglingsalter, lediglich die Haupträume des Mittelohrs vor. Dabei ist das Antrum meist glatt begrenzt, auffallend klein und kugelförmig. Wird nun der Pneumatisationsprozess gegen Ende des 1. Lebensjahres unterbrochen, so ist die Folge, dass ein relativ sehr grosses Antrum bestehen bleibt. Das ist darauf zurückzuführen, dass zu diesem Zeitpunkt einerseits die Pneumatisation zwar eingeleitet ist - d. h. das Antrum sich also zirkulär vergrössert und die Zellbildung in seinen Wänden bereits begonnen hat - andererseits jedoch eine Vereinigung der ins Antrumlumen vorragenden Knochenspannen und damit Bildung von Zellen auf Kosten des Antrumlumens noch nicht stattgefunden hat.

Bei einer nach dem 2. Lebensjahr eintretenden Hemmung hat sich die sekundäre Verkleinerung des Antrumlumens durch die "zentripetale" Zellbildung bereits vollzogen, so dass man hier meist ein bezüglich der Grösse

im Normbereich liegendes Antrum vorfindet.

Wird die Pneumatisation nur geringfügig gestört, so kommen die Pneumatisationsvorgänge zwar nicht zum Stillstand, sie vollziehen sich aber langsamer, so dass über längere Zeit ein grosses Antrum bestehen bleibt. Die nach Stillstand der Pneumatisation vorliegenden Antrumlumina bleiben dann zeitlebens in dieser Form und Grösse erhalten (W i t t m a a c k 58).

c) Veränderungen am Antrum durch weitere pathologische Vorgänge.

Weiterhin können noch nach Abschluss der Pneumatisation Veränderungen am Antrum eintreten durch pathologische Prozesse in diesem Bereich, wobei vor allem an chronische Entzündungsvorgänge zu denken ist. Hier spielt wiederum der Grad der Pneumatisation eine wesentliche Rolle; es wird nämlich allgemein beobachtet, dass bei gehemmter Pneumatisation eine ausgesprochene Neigung zum chronischen Verlauf einer Otitis media besteht. Die chronische Otitis kann dabei ohne oder mit Cholesteatombildung einhergehen.

Besteht lediglich eine chronische Otitis, so kann einerseits durch die in Folge ständigen Reizes entstehenden Knochenneubildungsvorgänge an den Wänden des Antrum eine Verkleinerung des Lumens eintreten (E. G. M a y e r 35, B r o c k 9), andererseits kann es aber auch durch Granulationsgewebe mit Ablagerung von Cholesterinkristallen ohne Cholesteatombildung zu einem Knochenabbau an den Antrumwänden und damit zu einer Vergrösserung der Mastoidhöhle kommen (W i n d e r e n und Z i m m e r 57). Diese Vorgänge nehmen jedoch im allgemeinen nur mässige Ausmasse an.

Beim Cholesteatom dagegen finden ausgedehntere Absorptionsprozesse in den Knochenwänden statt. Der Sitz

eines Cholesteatoms ist entweder im Recessus epitympanicus oder im Antrum oder in beiden zugleich (E. G. M a y e r 35). Der Hauptsitz ist nach W a l t n e r (55) und L e m a h i e u (31) aber im Antrum. Beim Vorliegen eines Cholesteatoms findet man meist einen völlig sklerosierten Warzenfortsatz (W a l t n e r 55, M c M i l l a n 33, E. G. M a y e r 35). So hat beispielsweise S t e u r e r (51) bei 400 röntgenologisch untersuchten Cholesteatomfällen nur in einem Fall einen verhältnismässig gut pneumatisierten Warzenfortsatz beobachtet, während alle übrigen vollständig oder fast vollständig sklerosiert waren. Andererseits fanden W i n d e r e n und Z i m m e r (57) an 132 untersuchten Cholesteatomen in 27,3 % der Fälle völlige Hemmung, bei 42,4 % periantrale Pneumatisation, bei 22,7 % mässige und bei 7,6 % der Fälle gute Pneumatisation.

Die Ausdehnung der Antrumahöle bei bestehendem Cholesteatom kann riesige Formen annehmen, wobei unter Umständen der ganze Warzenfortsatz eine Höhle bildet. Die Erweiterung kann sich erstrecken in den Warzenfortsatz nach hinten zum Sulcus sigmoideus und zur hinteren Schädelgrube, nach medial zum Felsenbeinmassiv und vom Antrum und Attic aus zu den Bogengängen. Häufig erfolgt auch die Ausdehnung zum äusseren Gehörgang hin und es kann dabei unter Umständen zu einem Durchbruch durch die hintere Wand desselben kommen.

Schliesslich sei noch der unterschiedliche Grössenzustand des Antrum bei angeborenen Missbildungen im Bereich des Mittelohrs erwähnt. Es werden hierbei Antra von abnormer Grösse bis zum völligen Fehlen derselben beobachtet. (M a r x 34, F r e y und M ü n d n i c h 15, V o g e l 54 u.a.).

IV. Die Röntgenanatomie des Antrum mastoideum.

Bei der Darstellung des Antrums im Röntgenbild ergeben sich entsprechend der Lage und dem Bau des Schläfenbeines, sowie dem Nebeneinander von kompakter und lufthaltiger Knochensubstanz einige wesentliche Schwierigkeiten. Einmal besteht bei der unmittelbaren Nachbarschaft des Antrum zum massiven Knochen des Felsenbeines die Gefahr einer Überprojektion durch denselben, zum anderen können auch andere kompakte Gebilde wie Knochenleisten etc. die Sicht des Antrum im Röntgenbild beeinträchtigen. Ausserdem kann es selbst bei guter Position zu einer Überlagerung des Antrum durch das übrige pneumatische Zellsystem kommen. Im allgemeinen findet man, dass das Antrum bei normalen Pneumatisationsverhältnissen wegen der Buchten in seinen Wänden und der periantralen Zellen unregelmässig und unscharf begrenzt ist, während beim sklerosierten Warzenfortsatz die Grenzen des Antrum meist glatt und wegen Fehlen der Zellen leicht abgrenzbar erscheinen.

Wie stellt sich das Antrum nun in den einzelnen Standardaufnahmen dar?

1. Die klassische Einstellung im seitlichen Strahlengang ist diejenige von S c h ü l l e r.

In dieser Aufnahmerichtung projiziert sich das Antrum in die Gegend hinten oben von der Paukenhöhle und liegt meist so, dass es zum Teil vom kompakten Labyrinthknochen verdeckt wird (E. G. M a y e r 35). Ausserdem wird es bei Pneumatisationshemmung zusätzlich noch vom kompakten Warzenfortsatz überlagert (W u l l s t e i n 59). Diese Einstellung ist günstig für die Darstellung des Warzenfortsatzes, des lateralen Sinus, sowie der hinteren Seite der Pyramidenbasis. Sinus und Tegmen sind mit ihren wechselseitigen Beziehungen in dieser Projektion gut zu präzisieren (L e m a h i e u 31). (S. Abb.)

2. In der *S t e n v e r s* -Projektion wird die Längsachse des Felsenbeines senkrecht getroffen. Dabei wird zwar das Innenohr mit seinen Abschnitten und auch der innere Gehörgang gut dargestellt, das Antrum ist jedoch auch hier schlecht abgrenzbar und wird überdeckt durch die *Crista sagittalis* (*E. G. M a y e r* 35, *W u l l s t e i n* 59). Gelegentlich sieht man bei guter Pneumatisation von verschiedenen Seiten kleiner werdende Zellen auf das Antrum hinziehen (*W u l l s t e i n* 59). (S. Abb.)
3. Als einzige von den Standardaufnahmerichtungen ist die Projektion nach *E. G. M a y e r* in der Lage des Antrum mastoideum zusammen mit dem *Recessus epitympanicus* und der übrigen Paukenhöhle befriedigend herauszustellen. Der Zentralstrahl bildet dabei sowohl zur Deutschen Horizontalen als auch zur Ohrvertikalen und zur Mittellinie einen Winkel von 45 Grad. Der Strahlengang erfolgt frontomastoid.
Das Antrum ist hier in die Mastoidapophyse projiziert und wird vom Labyrinth nicht mehr überdeckt. Es liegt nach *E. G. M a y e r* (35) über dem durch den lateralen und oberen Bogengang gebildeten Teil des Labyrinthkernes als eine kleine bogig begrenzte intensive Aufhellung. In unmittelbarer Umgebung erscheint das pneumatische Zellsystem des Warzenfortsatzes in grosser Ausdehnung, so dass man das Antrum inmitten dieser Zellen als lediglich grössere und hellere Zelle erkennen kann. (S. Abb.)

Da jedoch die Aufnahme nach *E. G. M a y e r* bei nicht vollständiger technischer Beherrschung der Einstellung gewisse Schwierigkeiten in der Beurteilung mit sich bringt, versuchte man die Aufnahmeergebnisse besonders hinsichtlich der Mittelohrräume und des Antrum weiterhin zu verbessern, in dem man einmal die Umgrenzung speziell des Antrum bei entzündlichen Veränderungen und Cholesteatomen durch Kontrastmitteleingaben besser herauszustellen suchte

und zum anderen neue, evtl. günstigere Aufnahmerichtungen in Erwägung zog.

Eine Anzahl von Autoren (A l b r e c h t 1, R u t t i n 44, H o n j o 23, B e r b e r i c h 5, F a c c i n i 12, P a p s i k i y 40, B o l l o b a s 8) versuchte die Schwierigkeiten der Erkennung einer beginnenden Arrosion der Antrumwände durch ein Cholesteatom mit Hilfe von Füllung des Attic und Antrum durch flüssige und teils auch festere Kontrastmittel zu überwinden. Die Ergebnisse waren jedoch durchwegs nicht zufriedenstellend, da, wie E. G. M a y e r (35) betont, keine Sicherheit einer vollständigen Füllung besteht und andererseits durch die unvermeidbare Mitfüllung der übrigen Mittelohrräume andere wichtige Abschnitte verdeckt werden können. Ausserdem wird auch durch das Kontrastmittel eine zusätzliche Reizung der Schleimhaut hervorgerufen. Es hat sich deshalb diese Methode im allgemeinen nicht durchsetzen können.

Von den in neuerer Zeit empfohlenen Aufnahmerichtungen, welche speziell zur Darstellung des Antrum sich eignen sollen, seien hier folgende Einstellungen erwähnt:

Die Projektion nach R u n s t r ö m II (43) ist eine seitliche Projektion ähnlich derjenigen von Schüller, nur in einem anderen Einfallswinkel. Sie wird besonders von W i n d e r e n und Z i m m e r (57), sowie von W e l i n (56) für die Cholesteatomdiagnostik empfohlen.

Die Einstellung nach C h a u s s e III unterscheidet sich von den übrigen prinzipiell dadurch, dass sie homolateral ist. Nach L e m a h i e u (31) soll sie sowohl die Stenvers - wie auch die Mayerprojektion ersetzen können. (S. Abb.)

Bei der steilen Stenversaufnahme nach W u l l s t e i n (59) wird die Crista sagittalis, die bei der klassischen Stenverseinstellung sich auf das Antrum projiziert, abgedreht und verdeckt nun die Pyramidenspitze, so dass das Antrum frei sichtbar wird (W u l l s t e i n 59,

Schlosshauer 45). Das Antrum stellt sich im
queren und vertikalen Durchmesser dar und hat nach
Schlosshauer (45) ungefähr die Ausdehnung
einer Erbse.

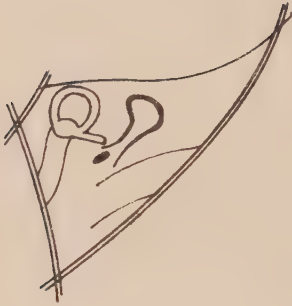


Abb 4a
Chaussé III



Abb 4
E. G. Mayer



Abb. 3
Stenvers



Abb. 2
Schüller

Das Antrum mastoideum
in den Standardaufnahmen
(Skizzen nach E. G. Mayer)

V. Die Schichtuntersuchung des Antrum mastoideum.

1. Allgemeines.

Durch die Einführung der Schichtuntersuchung in die Otologie wurde die Röntgendiagnostik auf diesem Gebiet wesentlich verfeinert. Die Schichtaufnahme hat gegenüber den unentbehrlichen Übersichtsaufnahmen einige gerade für das Gebiet des Felsenbeins bedeutende Vorteile. Sie gestattet einzelne Schichten herauszugreifen und ermöglicht durch den Fortfall der Überdeckung eine teilweise bessere Aufgliederung. Dabei können hier die einfachsten Projektionsrichtungen gewählt werden.

Die ersten tomographischen Schnitte vom Felsenbein wurden von Z i e d s e s d e s P l a n t e s (61) und B a r t e l i n k (4) 1932 bzw. 1933 zunächst am Skelettschädel durchgeführt. 1935 wurde dann durch G r o s s m a n n (16) diese Methode theoretisch festgestellt. Nach weiteren teils am Lebenden vorgenommenen Untersuchungen durch K o h l e r (29), S c h ü t z (46), H i p p e und H ä h l e (22) u. a. haben dann M u n t e a n und F i n k (38) 1941 die Schichtuntersuchung des Felsenbeines in verschiedenen Aufnahmerichtungen kritisch betrachtet und durch klinische Untersuchungen den Wert der Schichtaufnahme für die praktische Otologie bestätigt. Dabei wurden von diesen Autoren die Seitenlage, die Frontallage und die Lage bei 45 Grad gegen die Horizontale geneigten Schädel als die günstigsten Einstellungen beschrieben. 1943 wurde von P ö s c h l (41) die Querschichtung des Felsenbeins, 1948 von B i r k n e r (7) die Schichtaufnahme in der axialen Schädellage angewandt. Von O r l a n d i n i und R a b a i o t t i (39) wurde die Chausse III-Projektion bevorzugt. In neuerer Zeit sind besonders von italienischer und französischer

Seite zahlreiche Arbeiten über die Felsenbeintomographie erschienen, auf die jedoch im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann.

Bei den bisherigen Schichtuntersuchungen wurde vorwiegend die eindimensionale Verwischung angewandt, da diese technisch am einfachsten zu lösen war. Seit kurzem kann man nunmehr auch mehrdimensional verwischen ohne die bisher in dieser Verwischungsart aufgetretenen technischen Schwierigkeiten.

An Hand jüngst durchgeführter experimenteller Untersuchungen findet S t i e v e (52) unter den mehrdimensionalen Verwischungen die hypocycloide den anderen dort überlegen, wo grosse Kontraste und unübersichtliche Verhältnisse bestehen, wie dies beispielsweise beim Felsenbein der Fall ist. Die hypocycloide Verwischung bietet hier einige bedeutsame Vorteile:

- a) Durch den besseren Verwischungsgrad besteht ein weitgehender Fortfall von Kernschatten und dadurch eine bessere Erkennung vor allem bei starken Kontrasten.
- b) Durch die allseitige Anlagerung von manchmal nicht zu vermeidenden Kernschatten erhält man verzerrungsfreie Bilder.
- c) Die gerichteten Störschatten und Störlichter fallen weg und machen dadurch eine komplizierte Lagerung zur Ermittlung der optimalen Verwischungsrichtung überflüssig.
- d) Es werden dadurch auch die Summationerscheinungen, die besonders bei geradliniger Verwischung von Knochen im Sinne einer Pseudobildschärfe in Erscheinung treten, ausgeschlossen.

Die Vorteile dieser Verwischungsart auf dem Gebiet der Felsenbeintomographie hat F r e y (14) in einer neueren Arbeit praktisch dargelegt.

2. Material.

Bei den folgenden Untersuchungen wurden Felsenbeine geschichtet und besonderer Wert auf die Darstellung des Antrum mastoideum gelegt. Zum Zweck einer genauen Abgrenzung der einzelnen Antra wurden bei 25 Frischpräparaten von isolierten linken Felsenbeinen die Mastoidhöhlen mit einem Kontrastmittel gefüllt und in verschiedenen Schichtebenen aufgenommen.

Bisher durchgeführte Füllungen des Antrum bei Felsenbeinpräparaten wurden lediglich in Normalaufnahmen dargestellt.

So hat W a l t n e r (55) 1949 im Rahmen seiner Untersuchungen von sklerosierten Felsenbeinen bei einigen davon isoliert das Antrum gefüllt und seine Darstellbarkeit in verschiedenen Aufnahmerichtungen geprüft. Bei ihren Cholesteatomuntersuchungen haben R o s e n - d a h l und E w e r t s e n (42) ebenfalls ein Antrum bei einem Felsenbeinpräparat mit einem Kontrastmittel gefüllt und dargestellt. Erst kürzlich hat S m e r - c h i n i c h (50) sogenannte Führungsbilder für Mittellohraufnahmen herausgegeben. Dabei füllte er die Paukenhöhle, den Aditus ad Antrum und das Antrum mit einem Kontrastmittel und stellte Aufnahmen in axialer Richtung, nach S c h ü l l e r und E. G. M a y e r her. Diese Bilder sollen die normale Lage und Ausdehnung dieser Gebilde demonstrieren.

3. Technik.

Das Antrum wurde jeweils vom Tegmen aus im Bereich des Recessus epitympanicus und Aditus angebohrt und durch ein 5 mm grosses Bohrloch mit einer 30-prozentigen Jodpin-Kontrastsalbe, welche mit Eisenstaub im Verhältnis 1 : 1 vermischt war, gefüllt. Die Grenze zum Aditus wurde an der engsten Stelle, etwa 2 mm hinter dem Ansatz des

kurzen Ambosschenkels gezogen.

Die Schichtuntersuchung wurde am Polytome der Firma Massiot (Konstrukteure Sans und Porcher) in hypocycloider Verwischung mit dem Pendelwinkel von 45 Grad vorgenommen. Der Abstand Focus-Filmebene betrug 1,80 m, der Abstand Focus-Schichtebene 1,10 m. Gekoppelt mit der Exkursion des Focus war ein rotierendes Streustrahlenraster. Zur Abschirmung der Stilstrahlen wurde ein focusnahes Bleiblenndenpaar verwandt. Der optisch wirksame Focus war 0,3 x 0,3 mm gross.

Die Belichtungszeit betrug 6 sec. (= 1 hypocycloide Bewegung), die Spannung lag je nach Einstellung zwischen 45 - 60 KV. Ein Streukörper wurde nicht verwandt. Als Filmmaterial wurde im allgemeinen Kodak-Regulixfilm, zum Teil auch Gevaert einfach begossener Film verwandt. Die Aufarbeitung der Filme erfolgte unter den üblichen Bedingungen.

4. Aufnahmerichtungen.

Die vorgenommenen Schichtuntersuchungen erfolgten in den drei Hauptebenen des Schläfenbeines. Ausserdem wurde die a-p-Schädellage angewandt. Die anatomischen Beziehungen in den drei Hauptebenen haben erst kürzlich J u s t e r und F i s c h g o l d (24) durch Darstellung von Vergrösserungsaufnahmen anatomischer Sägeschnitte gut demonstriert. M o t t a (36) befasste sich vor kurzem mit dem Vergleich von Schichtaufnahmen anatomischer Präparate mit dem Lebenden und stellte dabei weitgehende Übereinstimmung fest.

- a) Die Schichtung des Felsenbeins in sagittaler Schädel-lage mit dem Zentralstrahl in der Deutschen Horizontalen wurde 1941 von M u n t e a n und F i n k (38) mit genauen anatomischen Ausführungen in die Felsenbeintomographie eingeführt. In dieser Schicht-

führung werden die Mittelohrräume und das Antrum zum Teil günstig getroffen, die Detailerkennbarkeit der Gehörknöchelchen ist ebenfalls eine relativ gute (F r e y 14). Auch die gegenseitigen Beziehungen der Mittelohrräume werden hier gut demonstriert. Ausserdem bietet diese Lage den Vorteil eines Vergleichs mit dem Felsenbein der anderen Seite durch gleichzeitige Aufnahmemöglichkeit desselben (M u n t e a n 37, P ö s c h l 41).

- b) Die Schichtung in der Längsachse des Felsenbeins, welche der Stenversaufnahme im Übersichtsbild - hier ohne den 15 Grad Winkel - gleichkommt, gestattet wie diese eine günstige Darstellung der Gebilde des inneren Ohres. Darauf wurde bereits von K o h l e r (29) und später von P ö s c h l (41) hingewiesen. M u n t e a n und F i n k (38) haben 1941 diese Einstellung erstmals praktisch angewandt.

Nach L e m a h i e u (31) ist diese Lage besonders günstig für die Untersuchung des inneren Gehörganges und der Felsenbeinspitze und annähernd gleich günstig für die Darstellung des Labyrinths und der Schnecke. Der Mittelohrraum wird teilweise vom Labyrinthkern überdeckt und ist in dieser Aufnahmerichtung schwer beurteilbar (F r e y 14). Das Antrum ist im Vergleich zur a-p-Projektion weniger gut abzugrenzen.

- c) Die Schichtaufnahme des Felsenbeins in Horizontallage wurde 1948 von B i r k n e r (7) erstmals eingehend geprüft und von ihm als die günstigste Schichtlage bezeichnet. Der Vorteil dieser Aufnahmerichtung liegt neben der Möglichkeit einer gleichzeitigen Aufnahme beider Felsenbeine, vor allem darin, dass man in nur wenigen Schichten schon einen grossen anatomischen Detailreichtum erhält. Gewisse Schwierigkeiten bietet hier die Lagerung, da bei dem sub-

mentico-vertikalen Strahlengang eine extreme Retroflexio der Halswirbelsäule erforderlich ist.

H e r d n e r (21, F i s c h g o l d (13) und D i j a n (11) beurteilten die Horizontalschichtung der Felsenbeine im Rahmen der Schädelbasistomographie.

- d) Auf die Schichtuntersuchung des Felsenbeins in der Ebene quer zur Pyramide und deren Bedeutung für die Diagnostik von Destruktionen des Felsenbeins und Erweiterung des inneren Gehörganges wurde bereits von Z i e d s e s d e s P l a n t e s (61) auf Grund eigener Untersuchungen am Skelettschädel hingewiesen. P ö s c h l (41) hat dann 1943 diese Schichtlage praktisch angewandt, wobei er auf die anatomisch bessere Schnittführung in dieser Projektion gegenüber der Seitenlage hinwies. Das Antrum ist hier in einer Tiefe von etwa 4 cm gut darstellbar (F r e y 14). Auch die Mittelohrräume mit den Gehörknöchelchen können bei hypocycloider Verwischung wie sie u. a. F r e y (14) anwandte, gut differenziert werden. Nach L e m a h i e u (14) ist diese Einstellung zur speziellen Darstellung der intracraniellen Wände der Pyramide angezeigt.

5. Ergebnisse.

Im folgenden werden die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchungen besprochen und zusammengestellt. Von den 25 röntgenologisch in Standardtechnik untersuchten Felsenbeinen von Erwachsenen werden 12 für die Schichtdarstellung herausgegriffen und zwar unter Berücksichtigung einer möglichst extremen Grössenausdehnung bei gleichzeitiger mittlerer bis guter Pneumatisation. Dazu wird zum Vergleich ein Antrum bei

Pneumatisationshemmung, welches mehr oder weniger zufällig das kleinste hier gefundene darstellt, sowie ein Antrum eines Neugeborenen mit untersucht. Die übrigen Präparate zeigen teils nur eine geringe Pneumatisation und liegen auch sämtlich in ihren Grössenwerten inn erhalb der angeführten Beispiele.

Die in den Tabellen angegebenen Masse sind, da sie an Vergrösserungsaufnahmen bestimmt wurden, bereits im Grössenverhältnis 1 : 1 wiedergegeben. Wegen der unterschiedlichen Grössendarstellung der Antra einerseits in den Übersichtsaufnahmen andererseits in den Schichtaufnahmen, wird den Abbildungen 5 - 6 a ein Vergleichsmass beigelegt.

Sämtliche Maße sind in Millimetern angegeben.

A. Grössenvarianten.

In Abbildung 5 - 6 a sind Form und Grösse der untersuchten Antra entsprechend den einzelnen Projektionsrichtungen im Übersichts- und Schichtbild dargestellt. Bei den Schichtaufnahmen wurde stets die Schicht des grössten Antrumquerschnittes gewählt.

a) Querschnitt.

Von den aufgeführten Querschnitten wurde die Fläche berechnet und die erhaltenen Werte in Tabelle 1 zusammengestellt. Das Verhältnis der Querschnitte der einzelnen Projektionen zueinander zeigt die Abbildung 7.

Daraus ergibt sich:

1. Den grössten Querschnitt findet man in den meisten Fällen (9 von 12) in der Stenversprojektion (s. Tabelle 1).

Abb. 5 und 5a zeigen die Größen- und Formvarianten der untersuchten Antra im Übersichtsbild.

Abb. 5.



Abb. 5a.

AXIALE PYRAMIDE	14												
STENVERS	15												
a-p	-16												
AXIALE SCHAUUNG	17												

0 1 2 3

Abb. 6.

Abb. 6 und 6a zeigen die Größen- und Formvarianten der in Schicht-
technik untersuchten Antra in den einzelnen Projektionen.

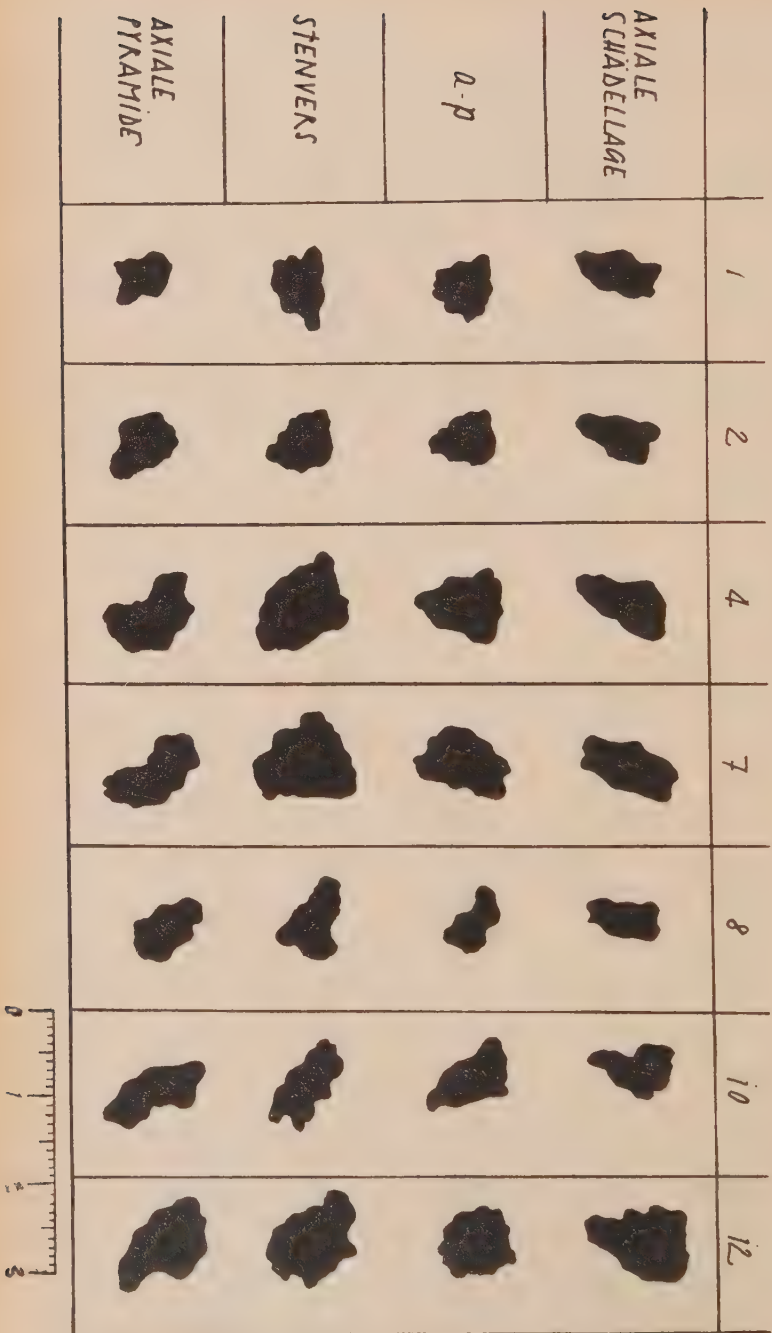


Abb. 6a.

	15	16	17	20	23	25	NEUGEB.
AXIALE SCHNÄDELAGE							
a - p							
STENVERS							
AXIALE PYRAMIDE							



<u>Präparat Nr.</u>	<u>ax. Schädel</u>	<u>a-p</u>	<u>Stenvers</u>	<u>ax. Pyramide</u>
1	64,0	58,0	60,0	46,0
2	58,0	50,0	58,0	63,0
4	82,0	85,0	128,0	95,0
7	95,0	98,0	136,0	91,0
8	56,0	49,0	65,0	61,0
10	63,0	66,0	64,0	87,0
12	109,0	93,0	111,0	110,0
15	76,0	73,0	103,0	69,0
16	52,0	41,0	55,0	43,0
17	86,0	60,0	74,0	51,0
20	40,0	32,0	42,0	34,0
23	28,0	25,0	28,0	42,0
25	44,0	34,0	62,0	54,0
Neugeb.	52,0	48,0	57,0	41,0

Tab. 1: Flächenmaße der jeweils größten Antrumquer-
schnitte in den vier gewählten Projektionen.

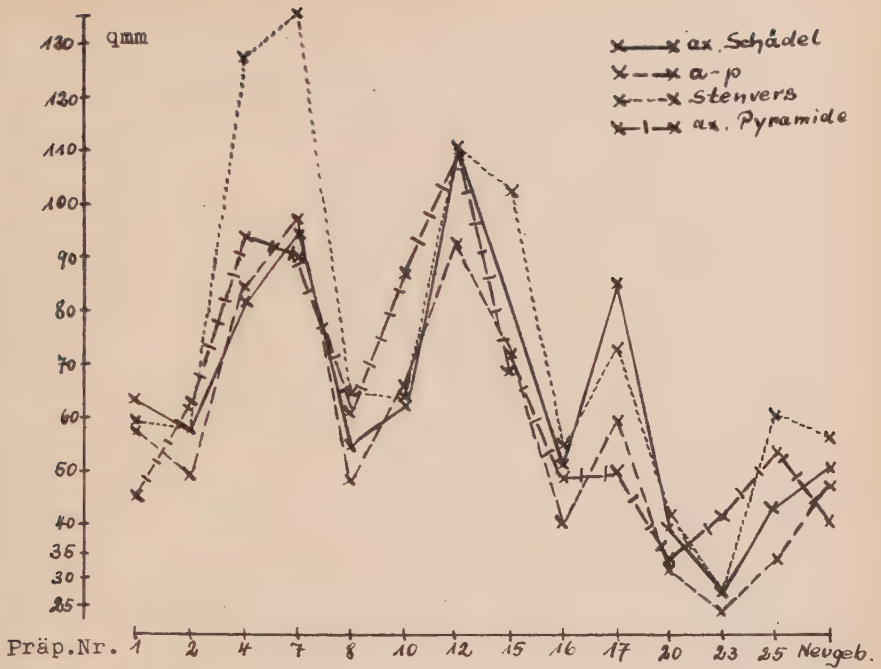
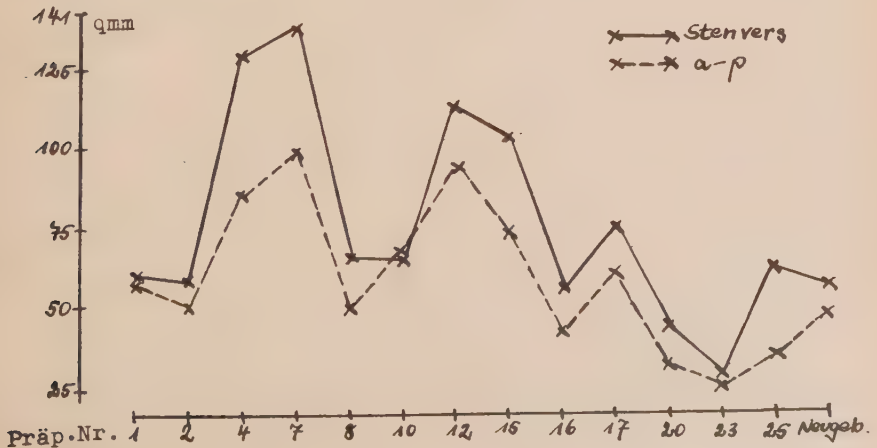


Abb. 7: Graphische Darstellung der Antrumquerschnitte in den vier verwendeten Projektionen.

Abb. 8: Antrumquerschnitte in a-p- und "Stenvers"-Position.



2. Den kleinsten Querschnitt erhält man in der Hälfte der Fälle in der a - p Lage; dabei stellt diese Lage in keinem Fall den grössten Querschnitt (s. Abb. 7).
3. Im Vergleich zur a - p Projektion ist der Antrumquerschnitt in der Stenverslage mit Ausnahme von einem Fall immer grösser (s. Abb. 8).
4. Die beiden axialen Einstellungen zeigen bei den verschiedenen Präparaten und im Vergleich zueinander in Bezug auf die Querschnittsgrösse zum Teil extreme Schwankungen.

b) Durchmesser.

Die erhaltenen Werte der verschiedenen Durchmesser und der Längen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der horizontale und vertikale Durchmesser wurde in der Stenvers- und Sagittallage, die Länge in den beiden axialen Projektionen, der axialen Schädellage und der axialen Pyramideneinstellung, gemessen. Ausserdem wurde in der axialen Pyramide noch der a-p Durchmesser ausgewertet.

Im folgenden eine Zusammenstellung der Extremwerte:

1. Vertikaler und horizontaler Durchmesser.

Lage	horizontal	vertikal
Stenvers	5,5 - 11,0	5,0 - 11,5
a - p	4,5 - 9,0	5,0 - 11,0

2. Längenmasse.

Lage	Extremwerte
ax. Schädell.	7,0 - 12,0
ax. Pyramide	5,0 - 13,0

3. a - p Durchmesser.

5,0 - 10,0

Daraus ist zu ersehen:

1. Der horizontale Durchmesser ist immer am Grössten im oberen Drittel des Antrum. Er ist in der Stenverseinstellung stets grösser als in der a-p Lage. (s. Abb. 9).
2. Der vertikale Durchmesser ist ebenfalls in beiden Lagen am selben Präparat unterschiedlich, doch ist der grösste Wert hier nicht immer in der Stenverslage sondern in einigen Fällen auch in der a-p Einstellung zu finden. (s. Abb. 10).
3. Die Längenmasse - festgestellt in den beiden axialen Einstellungen - weisen am selben Präparat zwischen beiden Lagen zum Teil nicht unwesentliche Differenzen auf, wobei das Verhältnis der jeweils grössten Masse zwischen beiden annähernd ausgeglichen ist. (s. Abb. 11).

Vergleicht man nun diese an Hand der Schichtaufnahmen gewonnenen Ergebnisse mit den an Korrosions- und Durchschnittspräparaten erhaltenen Resultaten von B e z o l d (6), sowie von S c h w a r t z e und E y s e l l (47) und mit den Werten, die W a l t n e r (55) und M c M i l l a n (33) an unpneumatisierten Felsenbeinen erhielten, so ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 3.:

	Höhe	Breite	Länge	a-p Durch- messer
Bezold	6-10 $\emptyset$ 8,5	5-8,5 $\emptyset$ 6,7	9-15 $\emptyset$ 12,7	
Schwartze u. Eysell	$\emptyset$ 9,0	$\emptyset$ 5,0	$\emptyset$ 12,0	
Mc Millan	bis 10,0	$\emptyset$ 6,0		
Waltner	4-12 obere Grenze 11,0	7-11 obere Grenze 8,0 unt. Drittel nicht über 6		5,0-10,0
Eig. Unters.	5-11 $\emptyset$ 7,3	4-9 $\emptyset$ 6,5 unt. $\emptyset$ Drittel 4,3	Horiz.-Lage 7,0-12,0 ax. Pyramide 5,0-13,0	5,0-10,0

Präp. Nr.	ax. Schädel		p - a		Stenvers		ax. Pyramide		
	Län-Brei- ge te		Durchmesser Vert.Horiz.		Durchmesser Vert.Horiz.		Län-Brei-Hö- ge te he		
1	10,0	5,0	7,0	7,0	6,0	9,0	7,5	5,0	6,5
2	9,5	5,0	7,5	6,0	7,0	7,0	9,0	6,5	7,0
4	11,5	6,5	9,5	8,0	10,0	9,0	11,0	8,5	10,0
7	11,5	6,0	11,0	7,0	11,5	9,5	11,5	8,0	9,5
8	9,0	4,5	5,0	7,0	6,0	9,0	9,0	6,0	8,0
10	9,5	6,0	8,0	6,5	6,0	8,0	12,0	5,5	8,0
12	12,0	9,0	8,5	8,0	10,0	9,5	13,0	9,5	9,0
15	10,0	6,5	8,5	6,0	9,0	8,5	10,5	8,5	8,0
16	9,0	5,0	7,0	5,0	7,5	6,0	8,5	5,5	6,0
17	12,0	5,5	5,5	9,0	5,5	11,0	8,5	6,0	6,5
20	7,0	5,0	5,5	4,5	5,0	5,5	5,0	6,0	5,0
23	5,0	5,5	4,0	6,0	4,5	5,0	6,0	5,5	5,0
25	8,5	4,0	5,0	4,0	6,0	7,0	9,5	5,0	5,5
Neu- geb.	7,5	6,0	6,5	6,0	6,0	7,5	6,0	6,0	5,5

Tab. 2: Antrumdurchmesser und Längen in den verschiedenen Projektionen.



Präp.Nr. 1 2 4 7 8 10 12 15 16 17 20 23 25 Nageb.

Abb. 9: Horizontaler Antrumdurchmesser in a-p- und "Stenvers"-Position.



Präp.Nr. 1 2 4 7 8 10 12 15 16 17 20 23 25 Nageb.

Abb. 10: Vertikaler Antrumdurchmesser in a-p- und "Stenvers"-Position.

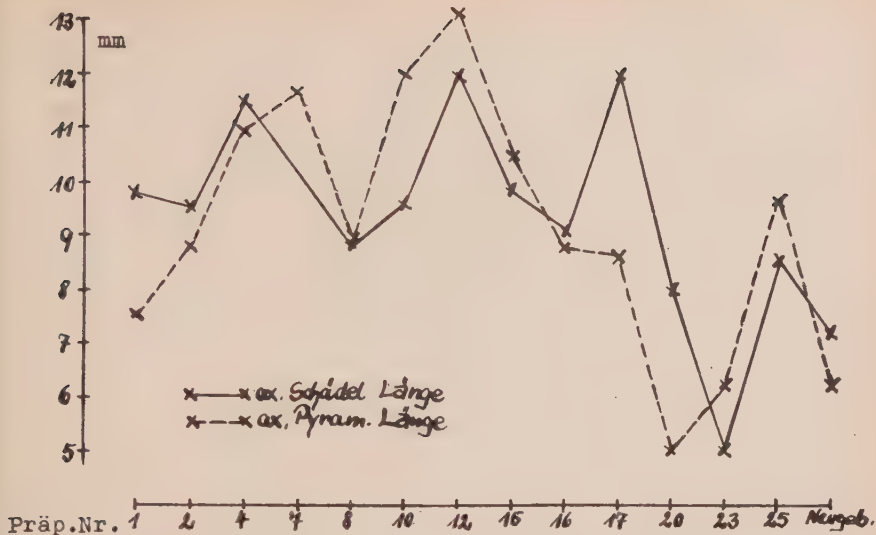


Abb.11: Vergleich der in axialer Schädelage und axialer Pyramideneinstellung erhaltenen Längenmaße des Antrum.

Aus Tabelle 3 ist nun folgendes zu ersehen:

Hinsichtlich der Höhenmessung entsprechen die an Hand der eigenen Untersuchung gewonnenen Werte in den Extremmassen im allgemeinen den Werten von B e - z o l d (6) und auch denen von W a l t n e r (55). Die von W a l t n e r angegebene obere Grenze der Norm von 11,0 mm wird auch bei Antra in normal pneumatisierten Felsenbeinen nicht überschritten. Der Durchschnittswert wird hier im Vergleich zu den anderen Messungen niedriger gefunden.

Was die Breitenmessung anbelangt, so kann man feststellen, dass sich die eigenen Ergebnisse mit denen von B e z o l d in den Extrem- und Durchschnittswerten annähernd decken. Die Masse von W a l t n e r liegen wesentlich höher. Dagegen sind die Werte, die das untere Drittel des Antrum betreffen bei beiden Untersuchungen wieder annähernd gleich. Die von W a l t n e r genannte obere Normgrenze des Antrum im unteren Drittel von 6,0 mm wird auch bei den eigenen Untersuchungen nur in einem Fall überschritten.

Bezüglich der Länge kann kein gültiger Vergleich zwischen den eigenen Werten und denen früherer Untersuchungen angestellt werden, da hier in keiner für die Längenmessung verwendeten Projektion (axiale Schädellage und axiale Pyramideneinstellung) die Schnittebene völlig parallel zur gesamten Längenausdehnung des Antrum steht und somit im allgemeinen niedrigere Werte gefunden werden.

In der Bestimmung des a - p Durchmessers schliesslich stimmen bezüglich der Extremwerte die hier gefundenen mit den von W a l t n e r genannten völlig überein.

B. Pneumatisation und Antrumgrösse.

Bei mittlerer bis guter Pneumatisation werden bedeutende Unterschiede bezüglich der Grösse der einzelnen Antra gefunden. Dabei ist an den 25 untersuchten Felsenbeinen festzustellen, dass

- a) sämtliche grosse Antra gute Pneumatisation aufweisen,
- b) andererseits bei guter Pneumatisation auch einige mittlere bis kleine Antra gefunden werden,
- c) bei geringer Pneumatisation meist mittlere bis kleine Antra vorliegen.

Das Präparat mit der Pneumatisationshemmung weist die kleinsten Querschnitte auf. Die Antrumquerschnitte des Neugeborenen-schädels entsprechen in ihrer Ausdehnung in den 4 Ebenen einem mittelgrossen Erwachsenen-antrum.

Es wird hier also ein auffallender Zusammenhang zwischen der Ausbildung der Pneumatisation und der Antrumgrösse gefunden. Trotzdem kann aus dieser Beobachtung kein gültiger Schluss gezogen werden; denn W a l t n e r und Mc M i l l a n erhielten - wie aus obiger Tabelle ersichtlich - bei unpneumatisierten Felsenbeinen ähnliche Extrem- und Durchschnittswerte. Ausserdem ist die Anzahl der hier untersuchten Präparate für die Beurteilung dieser Frage zu gering.

C. Form und Lagebeziehung des Antrum zu den Nachbarorganen.

Die enge Beziehung des Antrum zu den anderen Gebilden im Schläfenbein wurde bereits im anatomischen Abschnitt besprochen.

Im folgenden werden nun diese Beziehungen an Hand von Schichtaufnahmen in den 4 gewählten Projektionen untersucht. Dabei wird stets von dem grössten Querschnitt des Antrum

ausgegangen und für diesen ein fester Masswert angenommen. (s. Tabelle 4).

Als Beispiele werden ein mittelgrosses, ein extrem grosses und kleines Antrum bei mittlerer bis guter Pneumatisation herausgegriffen und die Schnitte der jeweils grössten Antrumflächen in den 4 Projektionen an Hand von Skizzen aufgezeichnet. Dabei wird die Lage des Antrum und seine Beziehung zur Umgebung dargestellt. (s. Abb. 12 - 14).

a) Das Antrum in der axialen Schädellage.

Die Form des Antrum in dieser Position ist länglich, nach dorsal sich verjüngend, wobei die grösste Breite meist im ventralen Drittel liegt. Die Längsachse verläuft von ventral-medial nach dorsal-lateral. Der Winkel dieser Achse zur Schädeloberfläche variiert von 19 - 37 Grad (Durchschn. 29°).

Die Lage dieser Achse zur sagittalen Richtung des oberen Bogenganges ergibt einen nach dorsal offenen Winkel von 42 - 67 Grad (Durchschnitt 53 Grad). Die das Antrum von der Schädeloberfläche trennende Knochenwand hat - in dieser Lage gemessen - eine durchschnittliche Breite von 1,3 cm, bei einer Variation von 1,0 - 1,7 cm.

Im grössten Querschnitt des Antrum findet man im allgemeinen den inneren Gehörgang gut dargestellt. Die Schnecke trifft man dagegen caudal davon an und zwar durchschnittlich 4 mm. Auch das Vestibulum liegt in einer tieferen Schicht und wird meist nur in seinem obersten Abschnitt angedeutet getroffen. Von den Bogengängen sieht man in diesem Schnitt den lateralen kaum, er liegt etwa 2 mm caudal. Der obere Bogengang ist mit seinen beiden Schenkeln in Basisnähe quer durchgeschnitten. Vom hinteren Bogengang ist hier der obere Abschnitt abgebildet. Der Recessus epitympanicus mit den Gehörknöchelchen ist zwar in einigen Fällen deutlich zu sehen, man findet ihn jedoch meist 2 bis 3 mm tiefer vor. Der Recessus

hypotympanicus liegt wesentlich tiefer.

b) Das Antrum in der a - p Projektion.

Entsprechend der Lage des Antrum im Felsenbein erscheint die Form desselben hier mehr zusammengedrängt. Der Querschnitt ist im Vergleich zu den anderen Projektionen in dieser Schnittebene meist am kleinsten. Die grösste Breite liegt stets im oberen Drittel. Der vertikale Durchmesser ist im allgemeinen ausgedehnter als der horizontale. Der Abstand der medialen Antrumwand zum lateralen Bogengang beträgt durchschnittlich 1,8 mm, die Distanz zwischen unterem Antrumrand und der oberen Begrenzung des äusseren Gehörganges misst im Durchschnitt 2,8 mm.

In dieser Schichtführung liegen die meisten Gebilde vor dem grössten Antrumquerschnitt. Dabei liegen am weitesten ventral die Schnecke und der Recessus hypotympanicus, der äussere Gehörgang und die Paukenhöhle mit dem Recessus epitympanicus. Auch der innere Gehörgang und das Vestibulum liegen ventral und sind in der Schicht des grössten Antrumquerschnittes meist nur in ihrem hintersten Abschnitt getroffen. Dieser Schnitt trifft den lateralen und oberen Bogengang in ihrem dorsalen Anteil, wobei das Crus simplex bei beiden im Längsschnitt zu sehen ist. Den hinteren Bogengang findet man im Durchschnitt 3 mm weiter dorsal.

c) Das Antrum in der Stenversprojektion.

Die Form des Antrum ist in dieser Einstellung im Vergleich zur a - p Ansicht mehr in die Breite gezogen. Der horizontale Durchmesser ist im allgemeinen grösser als der vertikale. Die grösste Breitenausdehnung liegt meist im mittleren Drittel.

Bei dieser Projektion erhält man in der Schicht des grössten Antrumquerschnittes den grössten Detailreichtum. So findet sich in dieser Schicht im allgemeinen die Schnecke, der vordere Abschnitt des Vestibulum, sowie

Abb. 12a-d.

Präp. 10: Antrum von mittlerer Ausdehnung. Schicht des jeweils größten Antrumquerschnittes in 4 Projektionen. Gute Pneumatisation.

12a. Horizontallage.

Antrumlänge: 9,5 mm, Breite 6,0 mm. Die Schichtebene liegt knapp oberhalb des lateralen Bogenganges. Die Gehörknöchelchen sind hier eben noch erfaßt. Gut getroffen ist der innere Gehörgang.



12b. a - p Projektion.

Antrumböhe: 8,0 mm, Breite 6,5 mm. Die Ebene liegt hier im mittleren Abschnitt des lat. und oberen Bogenganges.



12c. "Stenvers" Lage (45 Grad gedrehter Schädel).

Größter Antrumquerschnitt. Höhe: 6,0 mm, Breite 8,0 mm. Cochlea und Vestibulum mit den ampullaren Schenkeln des oberen und seitlichen Bogenganges. Caudale Facialisstrecke.



12d. Quere Pyramidenschichtung.

Antrumlänge: 12,0 mm, Breite 5,5 mm (a-p Durchmesser). Darstellung des Tegmen antri und der hinteren Pyramidenwand.

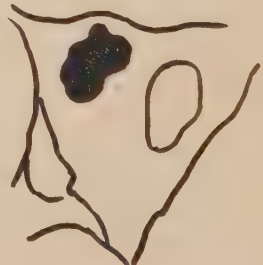


Abb. 13a-d.

Präp. 12: Größtes hier gefundenes Antrum. Gute Pneumatisation.

13a. Axiale Schädellage.

Antrumlänge: 12,0 mm, Breite 9,0 mm. Der Schnitt liegt hier auffallend hoch, so daß nur der craniale Abschnitt des hinteren, sowie des oberen Bogenganges zur Abbildung kommt.



13b. a - p Projektion.

Kleinster Antrumquerschnitt. Vertik. Durchmesser 8,5 mm, Horiz. Durchmesser 8,0 mm. Schnitt durch das Crus simplex des lateralen und oberen Bogenganges, sowie durch den lat. Abschnitt des äußeren Gehörganges.



13c. "Stenvers"-Lage.

Vertik. Durchmesser des Antrum: 10,0 mm, Horiz. Durchmesser 9,5 mm. Cochlea mit den Crura ampullaria des oberen und seitlichen Bogenganges. Cranialer Facialisverlauf.



13d. Querschnitt des Felsenbeins.

Antrumlänge: 13,0 mm, Breite 9,5 mm.



Abb. 14a-d.

Präp. 20: Kleines Antrum bei mittlerer Pneumatisation.

14a. Axiale Schädellage.

Antrumlänge: 7,0 mm, Breite 5,0 mm. Der größte Antrumquerschnitt liegt hier ungewöhnlich tief, so daß der Recessus epitymp. mit den Gehörknöchelchen sowie die Schnecke in diese Ebene fallen.



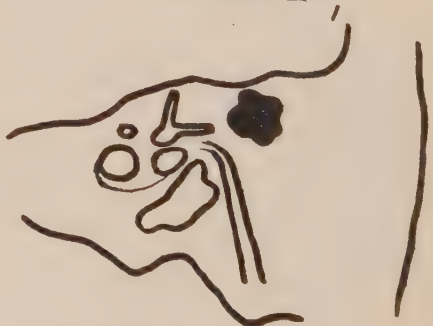
14b. a - p Projektion.

Vertik. Durchmesser 5,5 mm, Horiz. Durchmesser 4,5 mm. Die Schichtebene schneidet etwa in Mitte des lat. Bogenanges durch. Innerer und äußerer Gehörgang werden gleichzeitig getroffen.



14c. "Stenvers"-Lage.

Antrumböhe: 5,0 mm, Antrumbreite: 5,5 mm. Crura ampullaria des seitlichen und oberen Bogenanges mit dem ventralen Abschnitt der Schnecke. Caudale Facialisstrecke.



14d. Quere Pyramidenschichtung.

Nur geringe Ausdehnung des Antrum nach dorsal-caudal. Ungewöhnlich dickes "egmen antri."



die Crura ampularia des lateralen und oberen Bogenganges. Der hintere Bogengang liegt im Mittel 6 mm weiter dorsal. Auch der innere Gehörgang liegt dorsal und ist in dieser Schicht nicht abgebildet. Ventral von diesem Schnitt aus liegt lediglich die Paukenhöhle und der äussere Gehörgang. Der Recessus epitympanicus mit den Gehörknöchelchen erscheint durchschnittlich 4,5 mm, der äussere Gehörgang mit seiner hintersten Begrenzung im Durchschnitt 2,4 mm ventral.

d) Das Antrum in der axialen Pyramideneinstellung.

Man findet hier wieder ein in die Länge gezogenes Antrum vor, dessen Achse von ventral-cranial nach dorsal-caudal verläuft. Die grösste Breitenausdehnung liegt gewöhnlich im oberen Abschnitt. Neben uncharakteristischen Formen ist an einigen Präparaten deutlich eine Bohnen- bzw. Nierenform zu erkennen. Die Dicke der Knochenwand zwischen der dorsalen Begrenzung des Antrum und der hinteren Schädelgrube variiert von 2,0 bis 6,0 mm und beträgt im Mittel 3,2 mm. Das Antrum ist mit seiner vorderen Begrenzung vom äusseren Gehörgang im Mittel 3,9 mm entfernt.

In dieser Einstellung befinden sich sämtliche Gebilde des Hör- und Gleichgewichtsorgans medial vom grössten Antrumquerschnitt. Lediglich der laterale Anteil des äusseren Gehörganges wird in diesem Schnitt noch abgebildet. 3 bis 4 mm weiter medial beginnt das Labyrinth mit dem seitlichen und hinteren Bogengang. Der Recessus epitympanicus mit den Gehörknöchelchen liegt ebenfalls in diesem Abstand. Noch weiter medial liegen dann das Vestibulum mit dem oberen Bogengang, die Schnecke, sowie der innere Gehörgang.

	Horizon- tallage	a-p	Stenvers	Pyramide quer
Labyrinth:				
Canalis semicirc. superior	10,4-10,9	7,9-8,4	8,5-9,2	4,8-4,9
Canalis semicirc. lateralis	10,9	7,8-8,4	8,5-9,1	4,4-4,9
Canalis semicirc. posterior	10,6-11,2	7,7-7,8	8,4	4,4-4,9
Vestibulum	10,9-11,3	8,0-8,7	8,5-9,0	4,9-5,3
Cochlea	11,3	8,8	9,0	5,6
Cavum tympani	10,9-11,7	8,5-9,0	9,1-9,6	4,4-5,0
Recessus epitymp.	11,2	8,6	9,4	4,4
Recessus hypotymp.	11,6	8,9	9,5	4,9
Antrum mastoideum	11,0	8,0	9,0	4,0
Meatus acusticus int.	10,9-11,2	8,3-8,7	8,0-8,4	5,6-5,8
Meatus acusticus ext.	11,4-12,0	8,4-9,1	9,3-10,2	4,0-4,7
Canalis nervi facialis				
craniale Strecke	10,9	7,5-8,0	8,7-9,0	4,7-5,5
caudale Strecke	10,9-14,0	8,4	8,9	4,5

Tabelle 4: Tabellarische Übersicht über die Beziehung des Antrum mastoideum zu den Nachbarorganen. Dabei wird stets vom grössten Antrumquerschnitt ausgegangen und für diesen ein fester Wert angenommen. Die Werte entsprechen dem Durchschnitt.

D. Beispiel eines Antrum mastoideum bei sklerosiertem Warzenfortsatz.

Dieses Antrum ist das kleinste hier gefundene und hat gegenüber den anderen in seiner Darstellung gewisse Abweichungen.

Einmal sind die Flächenwerte in den einzelnen Querschnitten annähernd gleich, zum anderen ist der grösste Querschnitt in der a-p und Stenversprojektion wesentlich weiter ventral verlagert als bei den anderen Antra. Dadurch kommt in dieser Schnittebene auch der äussere Gehörgang und der Recessus epitympanicus mit den Gehörknöchelchen zur Abbildung. Die Bogengänge sind weder in der a-p noch in der Stenverslage getroffen, sie liegen alle dorsal. Die Darstellung in den übrigen Projektionen weicht nicht wesentlich von der der anderen Antra ab.

E. Beispiel eines Antrum beim Neugeborenen.

Die Form des Antrum beim Neugeborenen erscheint in sämtlichen Aufnahmerichtungen annähernd rund und weist - ähnlich einem kleinen Erwachsenenantrum - in den verschiedenen Ebenen nahezu gleiche Flächenmasse auf. In seiner Beziehung zur Umgebung zeigt das Antrum beim Neugeborenen im Vergleich zu dem eines Erwachsenen einige Besonderheiten:

- a) Der grösste Querschnitt ist in der a-p und Stenverslage - wie bei einem sehr kleinen Erwachsenenantrum - relativ weit vorne gelegen, so dass der Recessus epitympanicus mit den Gehörknöchelchen in beiden Schnittebenen gut dargestellt ist.
- b) Der grösste Querschnitt in der Horizontallage befindet sich in einer Ebene, die den denkbar grössten Detailreichtum aufweist. Dieser Schnitt liegt tiefer als beim Erwachsenen. Es findet sich hier in einer Schicht

Abb. 15a-d.

Präp. 23: Sehr kleines Antrum bei sklerosiertem Warzenfortsatz.

15a. Horizontallage.

Antrumlänge: 5,0 mm, Breite: 5,5 mm. Beide Schenkel des oberen Bogenganges sind quer durchschnitten. Gehörknöchelchen angedeutet sichtbar.



15b. a - p Projektion.

Vertik. Durchmesser 4,0 mm, Horiz. Durchmesser 6,0 mm. Der Schnitt liegt sehr weit vorne. Dabei kommen die Crura ampullaria des oberen und seitlichen Bogenganges, die Schnecke, der Recessus epitymp. mit den Gehörknöchelchen und der äußere Gehörgang zur Darstellung.



15c. "Stenvers"-Lage.

Höhe: 4,5 mm, Breite 5,0 mm. Auch hier liegt der größte Antrumquerschnitt ungewöhnlich weit ventral, so daß der Recessus epitymp. mit den Gehörknöchelchen und der äußere Gehörgang mit erfaßt werden.



15d. Felsenbein im Querschnitt.

Antrumlänge: 6,0 mm, Antrumbreite: 5,5 mm.



Abb. 16a-d.

Antrum bei einem Neugeborenen.

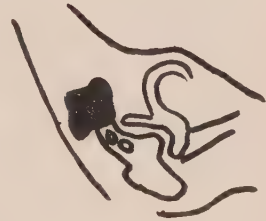
16a. Horizontallage.

Antrumlänge: 7,5 mm, Breite: 6,0 mm. Größter Antrumquerschnitt auf Höhe des seitlichen Bogenganges. Innerer Gehörgang, Schnecke und Recessus epitymp. mit den Gehörknöchelchen kommen gut zur Darstellung.



16b. a - p Projektion.

Antrumböhe: 6,5 mm, Breite 6,0 mm. Das Antrum liegt sehr nahe an der Schädeloberfläche. Sehr weit vorne gelegener Schnitt mit Darstellung der Crura ampullaria des seitlichen und oberen Bogenganges und des Recessus epitymp. mit den Gehörknöchelchen.



16c. "Stenvers"-Lage.

Antrumböhe: 6,0 mm, Antrumbreite: 7,5 mm. Cavum tympani mit Gehörknöchelchen. Ventraler Abschnitt der Schnecke. Angedeutetes Crus ampullare des oberen Bogenganges.



16d. Pyramidenquerschnitt.

Antrumlänge: 6,0 mm, a - p - Durchmesser: 6,0 mm. Dünnes Tegmen antri. Großer Abstand zur hinteren Pyramidenfläche.



der innere Gehörgang, die Schnecke, das Vestibulum, der laterale Bogengang in seiner ganzen Ausdehnung, sowie die beiden quer durchschnittenen Schenkel des hinteren Bogenganges. Ausserdem ist der Recessus mit den Gehörknöchelchen gut abgebildet.

- c) Die Entfernung des Antrum zur Schädeloberfläche ist eine sehr geringe.

F. Optimale Projektion.

Von den im Mittelohr- und Antrumbereich vorkommenden Erkrankungen sind für die Röntgendiagnostik von praktischer Bedeutung die chronische Otitis media mit oder ohne Cholesteatom und in gewisser Hinsicht auch die angeborenen Missbildungen des Mittelohrs. Von besonderer Wichtigkeit ist das Cholesteatom wegen seiner Tendenz zur allseitigen Ausbreitung und der dadurch möglichen Komplikationen. Dabei erstrebt man in der Röntgendiagnostik die möglichst frühzeitige Erkennung der bei einem Cholesteatom bestehenden Arrosionsprozesse. Dies wird erschwert einmal durch die dreidimensionale Ausdehnung des Antrum und vor allem auch dadurch, dass das Antrum normalerweise schon eine erhebliche Schwankungsbreite bezüglich seiner Grösse aufweist. Einen gewissen Anhalt bietet aber doch die Festsetzung von an der Grenze der Norm liegenden Höchstmassen, wie sie W a l t n e r (55) auf Grund seiner Untersuchungen vorschlägt.

Während nun in der Normalaufnahme das Antrum in seiner jeweils ganzen Ausdehnung nur in bestimmten Einstellungen sichtbar zu machen ist, wird durch die Schichtuntersuchung eine allseitige Erfassung des Antrum und seiner Grenzen ermöglicht.

Nach den vorliegenden Schichtuntersuchungen des Antrum interessiert nun die Frage: welche Projektion ist zur Dar-

stellung von bestimmten lokalisierten Prozessen im Antrum-bereich am günstigsten?

1. Die Beziehung des Antrum mastoideum zum Labyrinth, besonders zum lateralen Bogengang lässt sich sehr günstig in der a - p Projektion darstellen. Die mediale Antrumwand und die das Antrum vom lateralen Bogengang trennende Knochenschicht werden senkrecht getroffen, so dass eine beginnende Arrosion in diesem Bereich relativ frühzeitig erkannt werden könnte.

Ebenso ist zur Darstellung einer Labyrinthfistel am lateralen Bogengang diese Schnittebene am besten geeignet, da hier die Fistel, die gewöhnlich lateral-medial verläuft, längs getroffen ist.

2. Eine Erweiterung des Antrum zum äusseren Gehörgang hin kann in der a-p Einstellung wie auch in der axialen Pyramidenlage gut aufgezeigt werden.
3. Die Beziehung Antrum - Aditus - Recessus wird am klarsten in der axialen Schädellage dargestellt. Der Recessus ist frei von Überlagerung durch das Felsenbeinmassiv, die Gehörknöchelchen vor allem das Hammer-Ambossgelenk sowie der kurze Ambosschenkel sind deutlich herausgestellt, so dass in dieser Lage Missbildungen des Mittelohrs und eines Teils der Gehörknöchelchen gut zu beurteilen sind.
4. Die Verhältnisse am Tegmen sind am besten in der queren Pyramidenschichtung zu überblicken.
5. Die Stenversprojektion eignet sich gut zur Innenohr-darstellung. Dagegen ist die Beziehung des Antrum zum Labyrinth und zur Paukenhöhle wegen teilweiser Überlagerung weniger gut erkennbar. In gewissem Grade kann jedoch auch diese Einstellung zur Beurteilung einer Ausdehnung des Antrum besonders in Richtung Warzenfortsatz und unter Umständen zur Darstellung der Beziehung Antrum - Sinus sigmoideus herangezogen werden.

VI. Zusammenfassung.

An 26 Sektionspräparaten von Felsenbeinen wurden zur Erfassung des Antrum mastoideum im Röntgenbild - nach Füllung mit einem Kontrastmittel - Übersichts- und Schichtaufnahmen in verschiedenen Projektionen angefertigt. An Hand der gewonnenen Übersichts- und Schichtbilder wurde die topographisch-anatomische Lage des Antrum und seine Beziehung zu den Nachbarorganen erfasst, sowie seine Grössenausdehnung mit den gefundenen Varianten ermittelt. Die erhobenen Befunde wurden mit den Angaben im Schrifttum verglichen, das unter Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte und Anatomie eingangs dargestellt wird.

Im Folgenden die Ergebnisse:

1. Die grösste Flächenausdehnung des Antrum in der Schichtaufnahme findet man unter den vier gewählten Projektionen meist in der "Stenvers"-Lage. In der a - p Einstellung erhält man häufig den kleinsten Querschnitt, wobei in dieser Lage das Antrum immer kleiner abgebildet wird als in der "Stenvers"-Projektion.
2. Der vertikale Durchmesser im a - p Schichtbild variiert von 5,0 - 11,0 mm, der horizontale von 4,5 - 9,0 mm. Am gleichen Präparat ist in dieser Projektion fast stets der vertikale Durchmesser grösser als der horizontale. Das Antrum in der "Stenvers"-Einstellung weist dagegen einen grösseren Breiten- als Höhenwert auf. Die Länge des Antrum kann bei den vorliegenden Untersuchungen nicht in ihrer vollen Ausdehnung bestimmt werden, da bei keiner hier verwendeten Projektion der Schnitt in einer Parallelen zur grössten Antrumausdehnung liegt.
3. Die Messungen der Antrumdurchmesser an den Schichtaufnahmen ergaben im Vergleich zu den Messungen, die von

anderen Autoren an anatomischen Präparaten vorgenommen wurden, bezüglich der Schwankungsbreite und des Mittelwertes keine wesentlichen Abweichungen voneinander. Lediglich die von W a l t n e r an unpneumatisierten Felsenbeinen festgestellten Breitenmasse des Antrum liegen im Mittel deutlich höher als sie hier gefunden wurden.

4. Bezüglich der Abhängigkeit der Antrumgrösse von der Pneumatisation des Felsenbeines beim normalen Antrum werden zwar gewisse Zusammenhänge gefunden, doch können daraus wegen der geringen Anzahl der untersuchten Präparate keine gültigen Folgerungen abgeleitet werden.
5. Die Form des Antrum ist in jeder Projektionsrichtung verschieden und zum Teil für dieselbe charakteristisch.
 - a) In der a - p Lage stellt sich das Antrum am kleinsten dar. Es zeigt dabei im oberen Drittel die grösste Breite, die dann nach caudal kontinuierlich abnimmt.
 - b) In der "Stenvers"-Projektion erscheint das Antrum mehr in die Breite gezogen und hat seine grösste horizontale Ausdehnung im mittleren Drittel.
 - c) Aus der axialen Schädellage ersieht man die Lage der Antrumachse zur sagittalen. Das Antrum ist hier im vorderen Drittel am breitesten und verjüngt sich nach dorsal-lateral zu.
 - d) Das Schichtbild in der axialen Pyramideneinstellung lässt bei einigen Präparaten deutlich eine Bohnen- bzw. Nierenform erkennen. Der a - p Durchmesser ist stets im oberen Drittel am ausgedehntesten.
6. Zur Darlegung der Beziehung des Antrum zu den Nachbarorganen werden von den vier Aufnahmerichtungen die Schnitte mit den jeweils grössten Aufnahmeflächen heraus-

gegriffen. Es liegen in diesen Schichten - bei Berücksichtigung des Durchschnittes - folgende Gebilde:

- a) In der a - p Lage: das Crus simplex des lateralen und oberen Bogenganges.
 - b) In der "Stenvers"-Einstellung: das Crus ampullare des lateralen und oberen Bogenganges, die Schnecke und häufig auch die caudale Strecke des Canalis nervi facialis.
 - c) In der axialen Schädellage: der innere Gehörgang, das Crus simplex und ampullare des oberen Bogenganges im unteren Bereich und der hintere Bogengang im obersten Abschnitt quer durchschnitten.
 - d) In der axialen Pyramide: lediglich der laterale Teil des äusseren Gehörganges.
7. Die günstigste Darstellung der Beziehung des Antrum zum Labyrinth, besonders zum lateralen Bogengang erhält man in der a - p Schichtführung. Die Beziehungen des Antrum zum Aditus ad Antrum und zum Recessus epitympanicus sind am deutlichsten in der horizontalen Schichtung und in gewissem Grad auch in der a - p Lage aufgezeigt. Für die Darstellung einer Ausweitung des Antrum zum äusseren Gehörgang hin erscheint wiederum die Schichtung in der a - p Lage am geeignetsten. Die Verhältnisse am Tegmen und an der hinteren Antrumwand sind gut in der axialen Pyramidenlage bzw. axialen Schädellage zu übersehen.

Herrn Priv. Doz. Dr. med. F. E. S t i e v e
danke ich herzlichst für die Überlassung des
Themas und die Förderung bei der experimentellen
Durchführung und Abfassung der Arbeit, Herrn
Professor Dr. H. v. B r a u n b e h r e n s für
die Übernahme des Korreferates.

Danken möchte ich weiterhin auch Herrn Dr. med.
K. W. F r e y, der mich bei der Durchführung
der Untersuchungen unterstützte.

S c h r i f t t u m .

1. A l b r e c h t W.: Die röntgenographische Darstellung der Cholesteatomhöhle nach Jodipinfüllung.
Zschr. HNO-Heilkunde 21 (1928): 1 - 5.
2. A l e x a n d e r G.: Die Entwicklung des Mittelohrs im Handbuch der Kinderheilkunde von Pfaundler u. Schlossmann. Bd. VII Vogel - Leipzig 1927.

A l e x a n d e r G.: Varietäten des Gehörgangs im Handbuch der HNO-Krankheiten von Denker-Kahler Bd. VI (1926) Gehörorgane 1. G. Springer Berlin.
3. A s c h o f f: Die Otitis media neonatorum (Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Paukenhöhle)
Zschr. f. Ohrenheilkunde 31 (1897): 295.
4. B a r t e l i n k D.L.: Röntgenschnitte
Fortschr. Röntgenstr. 47 (1933): 399 - 407.
5. B e r b e r i c h J.: Das Mittelohrcholesteatom
Passow - Schäfers Beitr. 26 (1928).
6. B e z o l d F.: Die Corrosionsanatomie des Ohres.
Literarisch-artist. Anstalt München 1882.
7. B i r k n e r R.: Der tomographische Horizontalschnitt des Felsenbeines.
Fortschr. Röntgenstr. 71 (1949): 349 - 356.
8. B o l l o b a s B.: Das Auffüllen des Mittelohrhöhlensystems mit Röntgenkontrastmitteln.
Fortschr. Röntgenstr. 83 (1955): 323 - 329.
9. B r o c k W.: Die chronischen Mittelohreiterungen im Handbuch der HNO-Krankheiten von Denker-Kahler Bd. VII (1926) Gehörorgane 2 G. Springer Berlin.

10. C o r n i n g, H.K.: Lehrbuch der topographischen Anatomie.
J.F. Bergmann Wiesbaden 1913.
11. D j i a n, A. et S c a l i, P.: Le tomogramme de la base du crane sur le vivant.
J. radiol. 31 (1950): 271 - 276.
12. F a c c i n i, M.: Vissualizzazione con mezzi di contrasto opachi della tuba auditiva e delle cavita del orecchio medio nell uomo.
Radiol. med. 37 (1951): 908 - 916.
13. F i s c h g o l d, M.; D a v i d M. et B r e - g e a t, P.: La tomographie de la base du crane.
Masson Paris 1952.
14. F r e y, K.W.: Schichtaufnahmen des Felsenbeines mit polyzyklischer Verwischung.
Fortschr. Röntgenstr. 85 (1956): 433 - 447.
15. F r e y, K.W. und M ü n d n i c h, K.: Schichtaufnahmen des Felsenbeines mit polyzyklischer Verwischung bei angeborenen Ohrmissbildungen.
Fortschr. Röntgenstr. 87 (1957): 165 - 176.
16. G r o s s m a n n, G.: Tomographie I und II.
Fortschr. Röntgenstr. 51 (1935): 61 - 80 und 191 - 208.
17. G r o t h, W.: Vergleichende anatomische Untersuchung zur Frage der Entstehung des Warzenfortsatzes beim Menschen und Menschenaffen.
Gegenbauers morpholog. Jahrbuch 79 (1937): 547-599.
18. H a m m a r, J.A.: Zur allgemeinen Morphologie der Schlundtaschen des Menschen. Zur Entwicklungsgeschichte des Mittelohrraumes, des äusseren Gehörganges und des Paukenfells beim Menschen.
Anatomischer Anzeiger XII (1902): 134 - 144.

- H a m m a r, J.A.: Studien über die Entwicklung des Vorderdarms und einiger angrenzender Organe.
Archiv f. mikrosk. Anatomie 59 (1902): 471-628.
18. H a r t m a n n: Über die Perforation des Warzenfortsatzes.
Arch. clin. Chir. 21 (1877).
20. H e i d e r i c h, F.; P e t e r, K.; W e t z e l, G.:
Handbuch der Anatomie des Kindes.
Bergmann-Verlag München 1938.
21. H e r d n e r: Tomographie osseuse.
J. belge radiol. 31 (1948): 249 - 255.
22. H i p p e, H. u. H ä h l e, K.: Tomographie des Warzenfortsatzes.
Röntgenpraxis 10 (1938): 392 - 394.
23. H o n j o, S.: Röntgenologische Untersuchungsmethode des Attics und seiner Umgebung.
Ausg. z. Otol. usw. (Tokyo) 41 (1934)
Deutsche Zusammenfassung: 163 - 164 (1934).
24. J u s t e r, M. et F i s c h g o l d, H.: Etude radioanatomique de l'os temporal.
Masson, Paris 1955.
25. K e i b e l, F.: Über die Entwicklung des Labyrinthanhanges. Anat. Anz. Bd. 16 (1899): 329.
26. K i e s s e l - b a c h, W.: Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie des Schläfenbeines mit besonderer Rücksicht auf das kindliche Schläfenbein.
Arch. f. Ohrenheilkunde 15 (1880): 238.
27. K o c h e r zit. nach C o r n i n g (siehe 10).
28. K ö r n e r, O.: Angewandte Anatomie des Ohres.
Im Handbuch der HNO-Krankheiten von Denker-Kahler Bd. VII Springer-Verlag München-Berlin 1926.

- K ö r n e r, O.: Die Grenzen zwischen den pneumatischen Zellsystemen des Antrum petrosum und Antrum squamosum beim Erwachsenen.
Zschr. f. HNO-Heilk. Bd. 5 (1923): 425 - 429.
29. K o h l e r, A.: Über die Tomographie des Skelettes.
Fortschr. Röntgenstr. 56 (1957): 60 (Kongressbericht).
30. K r a u s e, R.: Zitiert nach A l e x a n d e r, G.:
Die Entwicklung des Mittelohrs im Handbuch der
HNO-Krankheiten von Denker-Kahler Bd. VI
Springer-Verlag München-Berlin 1926.
31. L e m a h i e u, S.F.: Valeur respective de l'incidence III de chausse et de la tomographique dans l'étude radiologique du rocher. Acta otol. etc. Belg. 6 (1952): 463 - 517.
32. L e s s e r: Zitiert nach B r o m a n n, I.:
Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen. J. Bergmann-Verlag München und Wiesbaden 1921.
33. M c. M i l l a n, A.S.: Cholesteatoma in chronic.
otitis media.
Am. J. Roentg. 36 (1936): 747 - 750.
34. M a r x, H.: Die Missbildungen des Ohres. Im Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie. Bd. XII. Gehörorgan. Springer-Verlag Berlin 1926.
35. M a y e r, E.G.: Otologische Röntgendiagnostik.
Springer Wien 1930.
36. M o t t a, G.: La stratigrafia della regione petromastoidea.
Radiologia (Roma) 8 (1952): 505 - 537.

37. M u n t e a n, E.: Der Beitrag der Röntgenschnitt-
untersuchung zur Frühdiagnose des Cholesteatoms.
Fortschr. Röntgenstr. 65 (1942): 279 - 290.

M u n t e a n, E.: Die Anwendung der Schichtuntersuchung
bei akuten und chronischen entzündlichen Erkrankungen
des Felsenbeines.
Acta. radiol. 44 (1955): 479 - 504.

38. M u n t e a n, E. und F i n k, J.: Das Röntgentomogramm
des Felsenbeines.
Fortschr. Röntgenstr. 63 (1941): 183 - 194.

39. O r l a n d i n i, I. et R a b a i o t t i A.:
Rilievi sulla esplorazione stratigrafica del
temporale mediante la terza incidenza di Chausse.
Arch. ital. otol. 65 (1954): 203 - 218.

40. P a p s i c k i y. In.A.: Anwendung von Kontrastmitteln
bei der Röntgenuntersuchung der Schläfenknochen.
Vestn. Otol. i.t.d. 16 H. 6 43 - 46 (1954) russisch.

41. P ö s c h l, M.: Der tomographische Querschnitt durch
das Felsenbein.
Fortschr. Röntgenstr. 68 (1943): 174 - 179.

42. R o s e n d a h l, Th. und E w e r t s e n, H.:
Roentgenexamination of the temporal bone for
cholesteatoma.
Acta radio. (Stockh.) 37 (1952): 431 - 444.

43. R u n s t r ö m, G.: A. roentgenological study of
acute and chronic otitis media.
Acta radiol. (Stockh.) Suppl. 17 (1933)
89 Seiten und 54 Tafeln.

44. R u t t i n, E.: Röntgenaufnahme mit Füllung des
Attics und Antrum (Sitzungsbericht).
Mschr. f. Ohrenheilkunde 61 (1927): 85 - 86.

45. S c h l o s s h a u e r, B.: Zur Röntgendiagnostik des Antrumcholesteatoms mit Hilfe der "steilen Stenversaufnahme nach Wullstein".
HNO-Beih. z. Zschr. Hals usw. Heilk. 3
(1952): 136 - 139.
46. S c h ü t z, W.: Röntgenschichtaufnahme des normalen Warzenfortsatzes und der Felsenbeinpyramide.
Zschr. f. HNO-Heilkunde 43 (1938): 433 - 443.
47. S c h w a r t z e, H. und E y s e l l, A.: Über die künstliche Eröffnung des Warzenfortsatzes.
Arch. f. Ohrenheilkunde 7 Heft 2 - 3 (1873):
157 - 182.
48. S i e b e n m a n n, F.: Die ersten Anlagen von Mittelohrraum und Gehörknöchelchen des menschlichen Embryo in der 4. - 6. Woche.
Arch. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte 8 (1894): 355 - 364.
- S i e b e n m a n n, F.: "Mittelohr und Labyrinth" in v. Bardeleben's Handbuch der Anatomie des Menschen Bd. V Abtlg. 2 G. Fischer, Jena 1897.
49. S i e g l b a u e r, F.: Lehrbuch der Normalanatomie des Menschen. 7. Auflage (1947) Urban u. Schwarzenberg Wien.
50. S m e r c h i n i c h, G.: Radiogrammi guida per l'orecchio medio. Nuntius radiol (Firence) 20
(1954): 732 - 741.
51. S t e u r e r, O.: Anatomische Studien über den Aufbau der Mittelohrschleimhaut und deren Beziehungen zur Zellbildung des Warzenfortsatzes.
Zschr. f. HNO-Heilk. 15 (1926): 261 - 270
(Kongressbericht).

52. S t i e v e, F.E.: Vergleichende Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit verschiedener Verwischungsarten beim normalen Schichtverfahren.
Vortrag am III. intern. Kurs f. Stratigraphie in Genua.
Inform. med. 10 (1955): 404.
- S t i e v e, F.E.: Schichtaufnahmetechnik des Schädels unter Verwendung verschiedener Verwischungsarten.
J. de Radiologie 38 (1957): 49 - 61.
53. S y m i n g t o n: zitiert nach H e i d e r i c h: (20)
54. V o g e l, K.: Über die anatomischen Verhältnisse des Mittelohranteiles der kongenitalen Gehörgangsatresie bei der Fensterungsoperation.
HNO 1 (1949): 309.
55. W a l t n e r, J.: Roentgen diagnosis of the cholesteatoma of the middle ear.
Am. J. Roentg. 62 (1949): 674 - 684.
56. W e l l i n, S.: On the roentgen diagnosis of cholesteatoma in the temporal bone.
Acta radiol. 25 (1944): 227.
57. W i n d e r e n, L. and Z i m m e r, J.: Cholesteatoma of the middle ear.
A clinical and roentgenologic study.
Acta radiol. (Stockh.) 1954 Suppl. 111, 119 S.
58. W i t t m a a c k, K.: Normale und pathologische Pneumatisation.
G. Fischer, Jena 1918.
59. W u l l s t e i n, H.: Die Klinik der Labyrinthitis und Paralabyrinthitis auf Grund des Röntgenbefundes.
Georg Thieme-Verlag Stuttgart 1948.

60. Y a m a g u c h i: Zit. nach S c h l o s s b a u e r:
Zur Röntgendiagnostik des Antrumcholesteatoms
mit Hilfe der "steilen Stenversaufnahme nach
Wullstein".

HNO-Beih. z. Zschr. Hals usw. Heilk. 3
(1952): 136 - 139.

61. Z i e d s e s d e s P l a n t e s : Eine neue
Methode zur Differenzierung in der Röntgeno-
graphie (Planigraphie).

Acta radiol. 13 (1932): 182 - 190.

Lebenslauf.

Am 3. November 1926 wurde ich in Eichendorf (Ndb) als 2. Kind des praktischen Arztes Dr. Hanns Burgkart und dessen Ehefrau Elisabeth, geb. Wieland, geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Eichendorf, trat ich 1937 ins humanistische Gymnasium Metten ein und nach dessen Schliessung 1939 ins humanistische Gymnasium in Passau über, von wo aus ich im März 1944 zum Arbeitsdienst und im Juni 1944 dann zum Wehrdienst einberufen wurde. Im April 1945 erhielt ich den Reifevermerk und nach Teilnahme an einem Förderungskurs an der Universität München 1946 die Hochschulreife zuerkannt.

Im Wintersemester 1946 immatrikulierte ich mich an der humanmedizinischen Fakultät der Ludwigs-Maximilians-Universität München. Im Frühjahr 1948 bestand ich die ärztliche Vorprüfung, im August 1951 legte ich mein medizinisches Staatsexamen ab.

Im Anschluss daran war ich neben Vertretungen in der väterlichen Praxis 5 Monate als Pflichtassistent an der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses vom III. Orden in Nymphenburg tätig.

Seit Juli 1952 bin ich - mit dreimonatiger Unterbrechung - am Kreiskrankenhaus Kelheim, zuletzt als chirurgischer Assistenzarzt, angestellt.

Am 1. Februar 1953 erhielt ich die Vollapprobation zugesprochen.

